

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7575874号
(P7575874)

(45)発行日 令和6年10月30日(2024.10.30)

(24)登録日 令和6年10月22日(2024.10.22)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 B 7/06 (2006.01)	H 0 4 B 7/06 9 8 4
H 0 4 B 7/0417(2017.01)	H 0 4 B 7/0417
H 0 4 B 7/0452(2017.01)	H 0 4 B 7/0452 1 0 0
H 0 4 B 17/24 (2015.01)	H 0 4 B 17/24
H 0 4 B 17/345 (2015.01)	H 0 4 B 17/345
請求項の数 47 (全38頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2019-560338(P2019-560338)	(73)特許権者	598036300 テレフォンアクチーボラゲット エルエム エリクソン(パブル) スウェーデン国 ストックホルム エス - 1 6 4 8 3
(86)(22)出願日	平成30年5月4日(2018.5.4)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公表番号	特表2020-520151(P2020-520151 A)	(72)発明者	ガオ, シウエイ カナダ国 オンタリオ ケー2ジェイオー エイチ5, ネビアン, ドラゴン パーク ドライブ 7 8
(43)公表日	令和2年7月2日(2020.7.2)	(72)発明者	ファクサー, セバスティアン スウェーデン国 イェルフェッラ エスイ ー - 1 7 7 5 3, フリーツスヴェーゲ ン 3 3
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/053133	最終頁に続く	
(87)国際公開番号	WO2018/203307		
(87)国際公開日	平成30年11月8日(2018.11.8)		
審査請求日	令和2年1月6日(2020.1.6)		
審査番号	不服2023-3416(P2023-3416/J1)		
審査請求日	令和5年2月28日(2023.2.28)		
(31)優先権主張番号	62/502,454		
(32)優先日	平成29年5月5日(2017.5.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 マルチユーザ複数入力複数出力のための、干渉測定およびチャネル状態情報フィードバック

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザ装置、UE(14)の方法であって、前記方法は、
前記UE(14)がシグナリングを受信すること(S110)であって、前記シグナリングが、チャネル測定用の第1非ゼロ電力チャネル状態情報参照信号(第1NZP CSI-RS)設定と、干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定と、干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定と、コードブック設定と、を含む、受信することと、
前記UE(14)が、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づいて、CSIを推定すること(S114)と、
前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づくCSIレポートを送信することと、を含み、
前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K>1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものであり、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)のUE候補の数に対応する、方法。

【請求項2】

前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第 2 N Z P C S I - R S 設定がマルチユーザ (M U) 干渉測定のためのものである請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 C S I - I M 設定がセル間干渉測定のためのものである請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記 C S I を推定すること (S 1 1 4) がさらに、前記第 1 N Z P C S I - R S 設定に対応する第 1 N Z P C S I - R S リソース上のダウンリンクチャネルを測定することを含む請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記 C S I を推定すること (S 1 1 4) がさらに、前記第 2 N Z P C S I - R S 設定に対応する K 個の N Z P C S I - R S リソースのそれぞれ上の干渉を測定することを含む請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記 K 個の N Z P C S I - R S リソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することにより K 個の干渉電力推定が生じる請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 K 個の干渉電力推定のそれぞれが、前記 K 個の N Z P C S I - R S リソースに関連付けられた電力スケールリングファクタに従ってスケールリングされる請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 2 N Z P C S I - R S 設定が、前記干渉測定の前記第 2 N Z P C S I - R S 設定によって設定された K 個の N Z P C S I - R S リソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記 C S I を推定すること (S 1 1 4) が、前記 C S I - I M 設定に対応する少なくともひとつの C S I - I M リソース上の干渉を測定することを含む請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記少なくともひとつの C S I - I M リソース上の前記干渉を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じる請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

少なくとも、前記 K 個の N Z P C S I - R S リソースに基づく前記 K 個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつの C S I - I M リソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を得ることをさらに含む請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記推定された C S I が、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づく請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第 1 N Z P C S I - R S 設定に対応する第 1 N Z P C S I - R S リソース上で測定される請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記 U E (1 4) が、コードブック設定を含む C S I フィードバック要求を受信することをさらに含む請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

処理回路 (3 2) を備えるユーザ装置 (U E) (1 4) であって、該処理回路 (3 2) は、前記 U E (1 4) に、

シグナリングを受信することであって、前記シグナリングは、チャネル測定用の第 1 非ゼロ電力チャネル状態情報参照信号 (第 1 N Z P C S I - R S) 設定と、干渉測定用の

10

20

30

40

50

第2 NZP CSI-RS設定と、干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定と、コードブック設定と、を含む、受信することと、

前記シグナリングされた第1 NZP CSI-RS設定と前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づいて、CSIを推定することと、

前記シグナリングされた第1 NZP CSI-RS設定と、前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づくCSIレポートを送信することと、を行わせるよう構成され、

前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K-1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものであり、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)のUE候補の数に対応する、ユーザ装置(14)。

10

【請求項17】

前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する請求項16に記載のUE(14)。

【請求項18】

前記第2 NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである請求項16または17に記載のUE(14)。

【請求項19】

前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである請求項16から18のいずれか一項に記載のUE(14)。

20

【請求項20】

前記処理回路(32)は、前記第1 NZP CSI-RS設定に対応する第1 NZP CSI-RSリソース上のダウンリンクチャネルを測定するようさらに構成されることによって、前記UE(14)に前記CSIを推定させるよう構成される請求項16から19のいずれか一項に記載のUE(14)。

【請求項21】

前記処理回路(32)は、前記第2 NZP CSI-RS設定に対応するK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UE(14)に、前記CSIを推定させるよう構成される請求項16から20のいずれか一項に記載のUE(14)。

30

【請求項22】

前記処理回路(32)は、前記K個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することによりK個の干渉電力推定が生じるよう構成される請求項21に記載のUE(14)。

【請求項23】

前記処理回路(32)は、前記K個の干渉電力推定のそれぞれを、前記K個のNZP CSI-RSリソースに関連付けられた電力スケーリングファクタに従ってスケーリングするよう構成される請求項22に記載のUE(14)。

【請求項24】

前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2 NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケーリングファクタを含む請求項22または23に記載のUE(14)。

40

【請求項25】

前記処理回路(32)は、前記CSI-IM設定に対応する少なくともひとつのCSI-IMリソース上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UE(14)に、前記CSIを推定させるよう構成される請求項22から24のいずれか一項に記載のUE(14)。

【請求項26】

前記処理回路(32)は、前記少なくともひとつのCSI-IMリソース上の前記干渉

50

を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じるよう構成される請求項 2.5 に記載の UE (14)。

【請求項 27】

前記処理回路 (32) は、前記 UE (14) に、少なくとも、前記 K 個の NZP CSI-RS リソースに基づく前記 K 個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつの CSI-IM リソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を取得させるよう構成される請求項 2.6 に記載の UE (14)。

【請求項 28】

前記処理回路 (32) は、前記 UE (14) に、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャンネルに基づいて前記 CSI を推定させるよう構成される請求項 2.7 に記載の UE (14)。

10

【請求項 29】

前記測定されたダウンリンクチャンネルが、前記第 1 NZP CSI-RS 設定に対応する第 1 NZP CSI-RS リソース上で測定される請求項 2.8 に記載の UE (14)。

【請求項 30】

基地局 (12) の方法であって、前記方法は、

前記基地局 (12) が、ユーザ装置 (UE) (14) に、チャンネル測定用の第 1 非ゼロ電力チャンネル状態情報参照信号 (第 1 NZP CSI-RS) 設定と、干渉測定用の第 2 NZP CSI-RS 設定と、干渉測定用の CSI 干渉測定 (CSI-IM) 設定と、コードブック設定と、をシグナリングすること (S100) と、

20

前記基地局 (12) が、前記 UE (14) からの CSI レポートを受信すること (S106) であって、前記 CSI レポートが、前記シグナリングされた第 1 NZP CSI-RS 設定と、前記第 2 NZP CSI-RS 設定と、前記 CSI-IM 設定と、に少なくとも部分的に基づくものである、受信することと、を含み、

前記第 2 NZP CSI-RS 設定が、前記干渉測定用の K 個 ($K + 1$) の NZP CSI-RS リソースを設定するためのものであり、 $K + 1$ が、マルチユーザ複数入力複数出力 (MU-MIMO) の UE 候補の数に対応し、

前記受信された CSI レポートは、前記コードブック設定に基づく方法。

【請求項 31】

前記 K 個の NZP CSI-RS リソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力 (MU-MIMO) 干渉に対応する請求項 3.0 に記載の方法。

30

【請求項 32】

前記第 2 NZP CSI-RS 設定がマルチユーザ (MU) 干渉測定のためのものである請求項 3.0 または 3.1 に記載の方法。

【請求項 33】

前記 CSI-IM 設定がセル間干渉測定のためのものである請求項 3.0 から 3.2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 34】

前記基地局 (12) から、前記第 1 NZP CSI-RS 設定および前記第 2 NZP CSI-RS 設定の前記シグナリングによって設定された $K + 1$ 個の NZP CSI-RS リソースを介して、 $K + 1$ 個の NZP CSI 参照信号、RS、を送信すること (S104) をさらに含む請求項 3.0 から 3.3 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 35】

前記基地局 (12) が前記 UE (14) にシグナリングすることが、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングすることを含む請求項 3.0 から 3.4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 36】

前記基地局 (12) から、CSI フィードバック要求をダウンリンク制御チャンネルを介して動的に前記 UE (14) に送信することをさらに含む請求項 3.4 または 3.5 に記載の方法。

50

【請求項 3 7】

前記第 2 N Z P C S I - R S 設定が、前記干渉測定の前記第 2 N Z P C S I - R S 設定によって設定された K 個の N Z P C S I - R S リソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む請求項 3 0 から 3 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記受信された C S I レポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第 2 N Z P C S I - R S 設定によって設定された K 個の N Z P C S I - R S リソースに基づく K 個の干渉電力推定と、前記 C S I - I M 設定によって設定された少なくともひとつの C S I - I M リソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第 1 N Z P C S I - R S 設定に対応する第 1 N Z P C S I - R S リソースに基づく請求項 3 0 から 3 7 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 3 9】

処理回路 (2 0) を備える基地局 (1 2) であって、前記処理回路 (2 0) は、前記基地局 (1 2) に、

ユーザ装置、U E (1 4) に、チャネル測定用の第 1 非ゼロ電力チャネル状態情報参照信号 (第 1 N Z P C S I - R S) 設定と、干渉測定用の第 2 N Z P C S I - R S 設定と、干渉測定用の C S I 干渉測定 (C S I - I M) 設定と、コードブック設定と、をシグナリングすることと、

前記 U E (1 4) からの C S I レポートを受信することであって、前記 C S I レポートが、前記シグナリングされた第 1 N Z P C S I - R S 設定と、前記第 2 N Z P C S I - R S 設定と、前記 C S I - I M 設定と、に少なくとも部分的に基づくものである、受信することと、を行わせるよう構成され、

20

前記第 2 N Z P C S I - R S 設定が、前記干渉測定用の K 個 (K + 1) の N Z P C S I - R S リソースを設定するためのものであり、K + 1 が、マルチユーザ複数入力複数出力 (M U - M I M O) の U E 候補の数に対応し、

前記受信された C S I レポートは、前記コードブック設定に基づく基地局 (1 2) 。

【請求項 4 0】

前記 K 個の N Z P C S I - R S リソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力 (M U - M I M O) 干渉に対応する請求項 3 9 に記載の基地局 (1 2) 。

30

【請求項 4 1】

前記第 2 N Z P C S I - R S 設定がマルチユーザ (M U) 干渉測定のためのものである請求項 3 9 または 4 0 に記載の基地局 (1 2) 。

【請求項 4 2】

前記 C S I - I M 設定がセル間干渉測定のためのものである請求項 3 9 から 4 1 のいずれか一項に記載の基地局 (1 2) 。

【請求項 4 3】

前記処理回路 (2 0) はさらに、前記第 1 N Z P C S I - R S 設定および前記第 2 N Z P C S I - R S 設定の前記シグナリングによって設定された K + 1 個の N Z P C S I - R S リソースを介して、K + 1 個の N Z P C S I 参照信号、R S、を送信するよう構成される請求項 3 9 から 4 2 のいずれか一項に記載の基地局 (1 2) 。

40

【請求項 4 4】

前記処理回路 (2 0) は、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングするようさらに構成されることによって、前記 U E (1 4) にシグナリングするよう構成される請求項 4 3 に記載の基地局 (1 2) 。

【請求項 4 5】

前記処理回路 (2 0) は、U E (1 4) に、ダウンリンク制御チャネルを介して C S I フィードバック要求を動的に送信するようさらに構成されるよう構成される請求項 4 3 または 4 4 に記載の基地局 (1 2) 。

50

【請求項 4 6】

前記処理回路(20)は、前記干渉測定用の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケールングファクタを含む前記第2NZP CSI-RS設定をシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UE(14)にシグナリングするよう構成される請求項39から45のいずれか一項に記載の基地局(12)。

【請求項 4 7】

前記受信されたCSIレポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースに基づくK個の干渉電力推定と、前記CSI-IM設定によって設定された少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソースに基づく請求項39から46のいずれか一項に記載の基地局(12)。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

無線通信および、特に、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)デバイスのための干渉測定に関する。

【背景技術】

20

【0002】

次世代モバイル無線通信システム(5G)またはニューラジオ(NR)は様々なユースケースや様々な利用シナリオをサポートする。後者は、既存の(ロングタームエボリューション)LTEシステムと同様の低周波数(数百MHz)と超高周波(例えば数十GHzのミリ波)との両方での利用を含む。LTEと同様に、NRは、ダウンリンク(すなわち、ネットワークノード、gNB、eNB、または基地局(BS)から無線デバイス(WD)へ)において直交周波数分割多重(OFDM)を使用することができる。アップリンク(すなわち、無線デバイスからネットワークノードへ)では、OFDMおよび、LTEにおいてシングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)としても知られている離散フーリエ変換(DFT)拡散OFDM(DFT-S-OFDM)の両方がサポートされ得る。

30

【0003】

基本的なNRの物理リソースを、図1(LTE物理リソースのブロック図である)に示されるようなLTEのグリッドと同様の、時間-周波数グリッドとして見ることができ、そこでは、各リソース要素がひとつのOFDMシンボル間隔中のひとつのOFDMサブキャリアに対応する。図1には、サブキャリアスペーシングとして $f = 15 \text{ kHz}$ が示されているが、NRでは異なるサブキャリアスペーシング値がサポートされる。NRでサポートされるサブキャリアスペーシング値(異なる数理とも称される)は $f = (15 \times 2^k) \text{ kHz}$ で与えられ、ここで k は非負の整数である。

【0004】

40

さらに、LTEにおけるリソース割り当ては典型的にはリソースブロック(RB)で説明され、そこでは、リソースブロックは時間ドメインにおいてひとつのロット(0.5ms)に対応し、周波数ドメインにおいて12個の連続的なサブキャリアに対応する。リソースブロックは周波数ドメインにおいて番号付けされ、システム帯域の一端から0で開始する。NRの場合、リソース割り当ては、周波数ドメインにおけるリソースブロックと、時間ドメインにおけるOFDMシンボルとによって記述される。また、NRにおけるリソースブロックは、周波数において12個のサブキャリアであってもよい。RBは、本明細書では物理RB(PRB)とも呼ばれる。図2に示されるように、時間ドメインでは、NRにおけるダウンリンクおよびアップリンク送信はLTEと同様の等しいサイズのサブフレームに編成され得る。図2は、15kHzのサブキャリア間隔を有するLTE時間ド

50

メイン構造のブロック図である。NRでは、サブフレームは等しい持続時間の複数のスロットにさらに分割され得る。NRにおけるデータスケジューリングは、LTEにおけるようにサブフレームベース、またはスロットベースのいずれかでありうる。NRでは、用いられる数理によらず、サブフレームの長さは1msに固定されていてもよい。NRでは、スロットごとに14個のOFDMシンボルを仮定した場合、 (15×2) kHzの数理のスロット継続期間は $1/2$ msによって与えられてもよい。そして、サブフレームごとのスロット数は数理に依存する。便宜上、本明細書ではサブフレームが使用される。

【0005】

ダウンリンク送信は、動的にスケジューラされ、すなわち、各サブフレームにおいて、gNBは、どのデータが送信されるべきか、およびデータが現在のダウンリンクサブフレーム中のどのリソースブロック上で送信されるかについてのダウンリンク制御情報(DCI)を送信する。この制御シグナリングは、典型的にはNRにおける各サブフレームにおける最初の数個のOFDMシンボルにおいて送信される。制御情報は物理ダウンリンク制御チャンネル(PDCCH)上で搬送されてもよく、データは物理ダウンリンク共有チャンネル(PDSCH)上で搬送されてもよい。無線デバイスは最初にPDCCHを検出して復号し、PDCCHが正常に復号された場合、無線デバイスは、PDCCH内の復号された制御情報に基づいて対応するPDSCHを復号する。

10

【0006】

アップリンクデータ送信はまた、PDCCHを使用して動的にスケジューラされてもよい。ダウンリンクと同様に、無線デバイスはまず、PDCCH内のアップリンクグラントを復号し、次いで、変調順序、符号化レート、アップリンクリソース割り当てなどのアップリンクグラント内の復号された制御情報に基づいて、物理アップリンク共有チャンネル(PUSCH)を介してデータを送信する。

20

【0007】

空間多重化

マルチアンテナ技術は、無線通信システムのデータレートおよび信頼性を顕著に増大させる。送信器および受信器の両方が複数のアンテナを備える場合、すなわち複数入力複数出力(MIMO)通信チャンネルが実現する場合、性能が特に改善する可能性がある。そのようなシステムおよび/または関連技術はMIMOと総称される。LTEおよびNRにおけるコアコンポーネントはMIMOアンテナ展開およびMIMO関連技術のサポートである。空間多重化は、好ましいチャンネル状態において高いデータレートを達成するために使用されるMIMO技術の1つである。空間多重化動作の例が、LTEにおけるプレコーディングされた空間多重化モードの例示的な送信構造を示す図3に提供される。

30

【0008】

図3に示されるように、シンボルベクトル $s = [s_1, s_2, \dots, s_r]^T$ を運ぶ情報に $N_T \times r$ 個のプレコード行列 W を乗じる。この行列は N_T 次元(N_T 個のアンテナポートに対応する)ベクトル空間の部分空間に送信エネルギーを分布させるためのものである。プレコード行列は典型的には可能なプレコード行列のコードブックから選択され、典型的にはプレコード行列インジケータ(PMI)によって示される。PMIは、所与の数のシンボルストリームに対して、コードブック内のプレコード行列を一意に特定する。 $s = [s_1, s_2, \dots, s_r]^T$ 内のシンボルのそれぞれはMIMOレイヤに対応し、 r は送信ランクと称されてもよい。このようにして、複数のシンボルが同じ時間/周波数リソース要素(RE)を介して同時に伝送されるので、空間多重化が達成される。シンボルの数 r は典型的には現在のチャンネル特性に適するように適合される。

40

【0009】

N_R 個の受信アンテナを伴うUEにおいて所定の RE_n で受信される信号は以下で与えられる。

$$y_n = H_n W s + e_n$$

ここで、 y_n は $N_R \times 1$ 個の受信信号ベクトル、 H_n は $N_R \times N_T$ 個のREにおけるチャンネル行列、 e_n は、UEによってREにおいて受信される $N_R \times 1$ 個のノイズおよび干渉ベ

50

クトルである。プレコーダ W は、周波数に亘って一定である広帯域プレコーダであってもよいし、周波数選択的、すなわち周波数に亘って異なるものであってもよい。多くの場合、プレコーダ行列は $N_R \times N_T$ MIMOチャネル行列 H_n の特性をマッチさせるよう選択され、これはチャネル依存プレコーディングと称されてもよい。これはまた、閉ループプレコーディングとよく称され、基本的には、送信エネルギーの大部分を無線デバイスへ運ぶ意味で強力な部分空間へと送信エネルギーを集中させようとするものである。加えて、プレコーダ行列はまた、チャネルを直交化することを目指して選択されてもよい。これは、無線デバイスにおける適切な線形等化の後、レイヤ間干渉が低減されうることを意味する。

【0010】

送信ランク、およびしたがって空間多重されたレイヤの数、は、プレコーダの列の数に反映される。送信ランクはまた、無線デバイスにおいて観測される信号対雑音プラス干渉比(SINR)に依存し得る。典型的には、より高いランクを有する送信にはより高いSINRが必要とされる。効率的なパフォーマンスのためには、干渉と同様にチャネル特性にもマッチする送信ランクが選択されることが重要であり得る。

10

【0011】

チャネル状態情報参照信号(CSI-RS)

LTEでは、送信モード9と10のダウンリンクにおけるチャネル推定についてCSI-RSが導入された。固有のCSI-RSは、各ネットワークノード送信アンテナ(またはアンテナポート)に割り当てられてもよく、送信アンテナポートのそれぞれに関連するダウンリンクチャネルを測定するためにUEによって使用されてもよい。CSI参照信号は、1~32個のアンテナポートに対して定義される。アンテナポートは、CSI-RSポートとも呼ばれることがある。CSI-RSは、あるREおよびサブフレームにおいて送信される。図4は、LTEにおける各PRBにおけるCSI-RS割り当てのために利用可能なREのブロック図である。図4は、LTEの各PRBにおけるCSI-RS割当りに利用可能なREを示している。CSI-RSのために40個までのREを設定することができる。

20

【0012】

2つのアンテナポートの場合、各アンテナポートのCSI-RSには、同じサブキャリア内の2つのREと、各PRB内の2つの隣接するOFDMシンボルと、を割り当てることができる。2つのアンテナポートのCSI-RS信号は、OCC2とも呼ばれる長さ2の直交カバークード(OCC)を使用して多重化される。したがって、2つのアンテナポートに対して、サブフレーム内で利用可能な20の異なるパターンがある。図5および図6はそれぞれ、LTEにおける2ポートおよび4ポートのCSI-RSリソースの例を示す。

30

【0013】

CSI-RSを測定することで、無線デバイスはそのCSI-RSが伝搬しているチャネルを、無線伝搬チャネルおよびアンテナ利得を含めて推定することができる。この種のCSI-RSは、非ゼロ電力(NZP)CSI-RSとも呼ばれる。NZP CSI-RSに加えて、ゼロ電力(ZP)CSI-RSがLTEに導入された。ZP CSI-RSは、1つ以上の4ポートCSI-RSリソース上に定義することができる。その目的は、関連するREがネットワークノードでミュートされていることを無線デバイスに示すことであった。ZP CSI-RSを、隣接セル内のNZP CSI-RSと完全に重なり合うように割り当てることによって、このセルによって生成される干渉がなくなるので、隣接セル内の無線デバイスによるチャネル推定を改善することができる。ZP CSI-RSリソースの例を図7に示し、そこでは、ZP CSI-RSがPRBあたり8RE(すなわち、4ポートCSI-RSリソースを二つ)を占める。図7は、したがって、NZP CSI-RSとZP CSI-RSのブロック図である。

40

【0014】

LTEリリース(Rel)11では、無線デバイスが干渉を測定するためにCSI干渉測定(CSI-IM)リソースも導入された。CSI-IMリソースは、ZP CSI-

50

RSと完全に重なり合う可能性のある4ポートCSI-RSリソースとして定義することができる。CSIプロセスは、チャンネル推定用のNZP CSI-RSリソースと、干渉および雑音推定用のCSI-IMリソースとによって定義され得る。無線デバイスはCSI-RSプロセスのための実効チャンネルおよび雑音プラス干渉を推定し、その結果、ランク、プレコーディング行列、およびチャンネル品質を決定することができる。図8は、NZP CSI-RS、ZP CSI-RSおよびCSI-IMのブロック図である。

【0015】

CSIフィードバック

CSIフィードバックについて、LTEは、ダウンリンクチャンネル状態情報の無線デバイスフィードバックが送信ランクインジケータ(RI)、プレコーディング行列インジケータ(PMI)、および1つまたは2つのチャンネル品質インジケータ(CQI)に関するものであるような、暗黙のCSIメカニズムを採用した。CQI/RI/PMI報告は、どの報告モードが設定されるかに応じて、広帯域または周波数選択的とすることができる。RIは、空間的に多重化され、したがって、有効チャンネルを介して並列に送信されることになる推奨される数のレイヤに対応する。PMIは、推奨されるプレコーダを特定する。CQIは各トランスポートブロックの、推奨される変調レベル(すなわち、QPSK、16QAMなど)および符号化レートを表す。LTEは、サブフレームにおける、無線デバイスへの1つまたは2つのトランスポートブロック(すなわち、別々に符号化された情報ブロック)の送信をサポートする。したがって、CQIと、1つまたは複数のトランスポートブロックが空間レイヤを介して送信されるときその空間レイヤのSINRと、の間には関係がある。

【0016】

ビームフォーミングされたCSI-RS

ビームフォーミングされた(またはプレコーディングされた)CSI-RSコンセプトは、CSI-RSがプレコーディングされ、2つ以上のアンテナポートを介して送信されるLTEにおいて導入された。これは、各CSI-RSが1つのアンテナポート上で送信される、プレコーディングされていないCSI-RSとは対照的である。ビームフォーミングされたCSI-RSは、ひとつ以上の無線デバイスの方向がおおむね分かっている場合に使用することができ、この場合、CSI-RSを、ひとつ以上の狭いビームで送信し、ひとつ以上の無線デバイスに到達させることができる。これは、増加されたビームフォーミング利得を用いてCSI-RSカバレッジを改善し、また、CSI-RSリソースおよびCSIフィードバックオーバーヘッドを低減することができる。

【0017】

プレコーディングされていないCSI-RSベースのフィードバックは「クラスA」CSIフィードバックと呼ばれ、ビームフォーミングされたCSI-RS動作は「クラスB」CSIフィードバックと呼ばれる。クラスB CSIフィードバックでは、無線デバイスはそれぞれが8つまでのポートを有する、8つまでのCSI-RSリソース(すなわち、複数のCSI-RSビーム)を用いて設定されうる。無線デバイスは最良のビームと、選択されたビーム内の対応するCQI、RI、PMIとを示すために、CSI-RSリソースインジケータ(CRI)を報告する。

【0018】

8ポートまでの1つのCSI-RSリソースを持つクラスB動作に設定された無線デバイスは特別な場合であり、そこでは、各CSI-RSポートは特定のビームに対応することができる。その場合、無線デバイスは、ポート選択および結合コードブックを使用するように構成され得る。

【0019】

ハイブリッドクラスAおよびクラスBのCSI報告もサポートされ得る。1つのシナリオでは、クラスAが無線デバイスのおおよその方向を特定するために使用され、クラスBはCSIを「微調整」するために使用される。

【0020】

10

20

30

40

50

M U - M I M O

すべてのデータレイヤが1つの無線デバイスに送信される時、それは単一ユーザ複数入力複数出力またはS U - M I M Oと呼ばれてもよい。一方、データレイヤが複数の無線デバイスに送信される場合、それは、マルチユーザM I M OまたはM U - M I M Oと呼ばれてもよい。M U - M I M Oは例えば、2つの無線デバイスがセルの異なる領域に位置し、したがって、それらが例えばe N B / g N Bなどのネットワークノードにおいて異なるプレコード（またはビーム）を通じて分離可能な場合に可能である。2つの無線デバイスは、異なるプレコードまたはビームを使用することによって、同じ時間 - 周波数リソース（たとえば、P R B）上で担当され得る。M U - M I M Oは、ネットワークノードが無線デバイスを分離するためにプレコーディングを使用するために、すなわち、共スケジュー

10

【 0 0 2 1 】

M U - M I M O 干渉

M U - M I M Oでは、セル間干渉とも呼ばれる他のセルからの干渉に加えて、M U - M I M Oに参加するU E間の干渉（セル内干渉またはM U干渉とも呼ばれる）も、無線デバイスによって経験され得る。M U - M I M Oにおいて対にされた無線デバイスへの送信の動的な性質のために、M U干渉を測定または推定することがより困難であり得る。データ送信において同じ時間周波数リソースを共有するK + 1個の無線デバイスがあると仮定すると、k番目（k = 1, 2, . . . , K + 1）の無線デバイスおよびi番目のR Eにおける受信信号は以下のように表されうる。

20

【 数 1 】

$$y^k(i) = H^k(i)W^k(i)s^k(i) + H^k(i) \sum_{m \neq k}^{K+1} W^m(i)s^m(i) + e^k(i)$$

ここで、 $H^k(i)$ 、 $W^k(i)$ 、 $s^k(i)$ は、チャネル行列、プレコーディング行列およびi番目のR Eにおけるk番目の無線デバイスに関連付けられたデータベクトルである。k番目の無線デバイスにおいて経験されるM U干渉は以下のように表されうる

30

【 数 2 】

$$I_{MU}^k = H^k(i) \sum_{m \neq k}^{K+1} W^m(i)s^m(i)$$

また、 $e^k(i)$ はk番目の無線デバイスにおいて受信されるノイズプラスセル間干渉であってもよい。典型的には、既存のL T E C S Iフィードバックにおいては $e^k(i)$ のみ考慮される。

40

【 0 0 2 2 】

L T Eで定義されている既存のC S I報告は、主にS U - M I M O動作用であり、そこでは、無線デバイスはチャネル測定用の1つのC S I - R Sリソースおよび干渉測定用の1つのC S I - I Mリソースで設定されている。L T EおよびN Rの両方においてサポートされるアンテナポート数が増加しているため、M U - M I M Oをサポートすることはさらに重要になっている。L T Eにおける既存のC S Iフィードバックは、M U - M I M Oをサポートするのに十分ではない可能性がある。理論的には、Z P - C S I - R Sは、Z P C S I - R SリソースにM U干渉を注入することによって、M U - M I M O干渉をエミュレートするためにe N B / g N Bによって使用されることが可能である。しかしながら、一般的に、各無線デバイスには別個のZ P C S I - R Sが必要であり、多くの無線デバ

50

イスがMU-MIMOに参加している場合には必要なZP-CSI-RSリソースが大きくなりうる。残念ながら、これは、ZP-CSI-RSのオーバーヘッドを著しく増加させる可能性がある。

【発明の概要】

【0023】

いくつかの実施の形態は、MU-MIMOの干渉測定およびCSIフィードバックの方法および装置を提供するので有利である。

【0024】

第1方法/プロセスによると：

1. まずネットワークノードは、LTEやNRで通常行われるように、担当している無線デバイスからSU-MIMO-CSIを取得し、MU-MIMOのK+1個(K>0)の無線デバイス候補を決定する。

10

2. ネットワークノードは、K+1個のNZP-CSI-RSリソースと、同じサブフレームまたはスロット内のCSI-IMとしてのひとつの共通ZP-CSI-RSと、でK+1個の無線デバイス候補のそれぞれを設定し、各無線デバイスにCSIレポートを要求する。ネットワークノードはまた、K+1個のNZP-CSI-RSのそれぞれについて、PDSCHとNZP-CSI-RSとの間のRE当たりエネルギー(EPRE)電力比、

【数3】

$$\beta = \frac{EPRE_{PDSCH}}{EPRE_{NZP\text{-}CSI\text{-}RS}}$$

20

を設定してもよい。

3. 各無線デバイスについて、ネットワークノードはまた、K+1個のNZP-CSI-RSリソースのうちの一つをチャネル測定用として、残りのK個のNZP-CSI-RSを干渉測定用として、示してもよい。各無線デバイスはまた、CSIフィードバック用のコードブックで設定される。

4. 各無線デバイスは、ZP-CSI-RSリソースを介したセル間干渉、 $I_{inter-cell}$ を測定すると共に、等方的干渉を仮定することによって、すなわち、CSI-RSリソースの全てのポートに亘って電力を平均化することによって、干渉測定用に設定されたK個のNZP-CSI-RSリソースのそれぞれ上のMU-MIMO干渉、 I_m ($m = 1, \dots, K$)を測定する。

30

5. 各無線デバイスは総干渉を

【数4】

$$I = \sum_{m=1}^K (I_m - I_{inter-cell}) + I_{inter-cell}$$

として推定すると共に、設定されたコードブックに従ってCSIを算出する。

【0025】

第2方法/プロセスによると：

1. 上述の第1方法(方法1)の第1ステップと同様に、すなわち、まずネットワークノードは、LTEやNRで通常行われるように、担当している無線デバイスからSU-MIMO-CSIを取得し、MU-MIMOのK+1個の無線デバイス候補を決定する。

40

2. ネットワークノードは、ひとつのNZP-CSI-RSリソースおよびひとつのZP-CSI-RSでK+1個(K>0)の無線デバイス候補のそれぞれを設定する。ZP-CSI-RSは同じサブフレームまたはスロット内でK+1個の無線デバイスに共通であり、各無線デバイスにCSIレポートを要求する。ひとつ以上の実施の形態では、ネットワークノードはまた、PDSCHとNZP-CSI-RSとの間のRE当たりエネルギー(EPRE)電力比、

【数5】

$$\beta = \frac{EPRE_{PDSCH}}{EPRE_{NZP\text{-}CSI\text{-}RS}}$$

50

をシグナリングする。

3. ネットワークノードは、 $K + 1$ 個の無線デバイスの全てについての $MU - MIMO$ 信号を表す信号を $ZP - CSI - RS$ リソースにおいて送信する、すなわち、 $ZP - CSI - RS$ リソース上で信号

【数 6】

$$\sum_{k=1}^{K+1} W^k s^k$$

を送信する。ここで、 W^k および s^k は k 番目の無線デバイスに関連付けられたプレコーディング行列および信号である。

4. 各無線デバイスは、 $ZP - CSI - RS$ リソースを介した干渉、 I_{ZP} を測定し、 $NZP - CSI - RS$ リソースを介したプレコーディングされた信号電力 $p_s = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |H W|^2$ を推定する。ここで、 H は推定されたチャネル行列であり、 W はチャネル推定用に設定された $NZP - CSI - RS$ リソース上の推定されたプレコーディング行列ベクトルのチャネル推定である。

5. 各無線デバイスは、総干渉として $I = I_{ZP} - p_s$ を仮定することによって CSI を算出し、設定されたコードブックに従ってチャネル推定 H を算出する。

【0026】

本開示のある態様によると、 UE の方法が提供される。方法は、前記 UE が、シグナリングを受信することであって、前記シグナリングが以下を含む：チャネル測定用の第 1 非ゼロ電力 (NZP) チャネル状態情報参照信号 ($CSI - RS$) 設定；干渉測定用の第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定；干渉測定用の CSI 干渉測定 ($CSI - IM$) 設定；受信することと、前記 UE が、前記シグナリングされた第 1 $NZP - CSI - RS$ 設定と前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記 $CSI - IM$ 設定と、に少なくとも部分的に基づいて、 CSI を推定することと、を含む。

【0027】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定が、前記干渉測定用の K 個 ($K - 1$) の $NZP - CSI - RS$ リソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力 ($MU - MIMO$) 干渉に対応する。ある実施の形態では、 $K + 1$ が、マルチユーザ複数入力複数出力 ($MU - MIMO$) 通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定がマルチユーザ (MU) 干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記 $CSI - IM$ 設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記シグナリングを受信することがさらに、コードブック設定を含む前記シグナリングを受信することを含む。ある実施の形態では、前記 CSI を推定することがさらに、前記コードブック設定に基づいて前記 CSI を推定することを含む。ある実施の形態では、方法はさらに、前記 UE が、少なくとも、前記第 1 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記 $CSI - IM$ 設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、 CSI の CSI フィードバック要求を受信することを含む。ある実施の形態では、方法はさらに、前記 UE が、少なくとも、前記第 1 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記 $CSI - IM$ 設定と、に基づいて、 CSI の CSI フィードバック要求を受信することを含む。ある実施の形態では、前記 CSI を推定することがさらに、前記第 1 $NZP - CSI - RS$ 設定に対応する第 1 $NZP - CSI - RS$ リソース上のダウンリンクチャネルを測定することを含む。ある実施の形態では、前記 CSI を推定することがさらに、前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定に対応する K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースのそれぞれ上の干渉を測定することを含む。ある実施の形態では、前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することにより K 個の干渉電力推定が生じる。ある実施の形態では、前記 K 個の干渉電力推定のそれぞれが、前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースに関連付けられた電力スケールリングファクタに従ってスケールリング

10

20

30

40

50

される。ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2 NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む。ある実施の形態では、前記CSIを推定することが、前記CSI-IM設定に対応する少なくともひとつのCSI-IMリソース上の干渉を測定することを含む。ある実施の形態では、前記少なくともひとつのCSI-IMリソース上の前記干渉を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じる。ある実施の形態では、方法は、少なくとも、前記K個のNZP CSI-RSリソースに基づく前記K個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を得ることをさらに含む。ある実施の形態では、前記推定されたCSIが、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャンネルに基づく。ある実施の形態では、前記測定されたダウンリンクチャンネルが、前記第1 NZP CSI-RS設定に対応する第1 NZP CSI-RSリソース上で測定される。ある実施の形態では、方法はさらに、前記UEが、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を受信することをさらに含む。
【0028】

10

本開示の別の態様によると、処理回路を含むUEが提供される。処理回路は、前記UEに、シグナリングを受信することであって、前記シグナリングが以下を含む：チャンネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャンネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2 NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；受信することと、前記シグナリングされた第1 NZP CSI-RS設定と前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づいて、CSIを推定することと、を行わせるよう構成される。

20

【0029】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K > 1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記受信されたシグナリングがさらに、コードブック設定を含む。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記コードブック設定に基づいて前記CSIを推定するようさらに構成されることによって、前記UEに前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、前記UEに、少なくとも、前記第1 NZP CSI-RS設定と、前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、前記UEに、少なくとも、前記第1 NZP CSI-RS設定と、前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記第1 NZP CSI-RS設定に対応する第1 NZP CSI-RSリソース上のダウンリンクチャンネルを測定するようさらに構成されることによって、前記UEに前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記第2 NZP CSI-RS設定に対応するK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UEに、前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記K個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することによりK個の干渉電力推定が生じるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記K個の干渉電力推定のそれぞれを、前記K個のNZP CSI-RSリソースに関連付けられた電力スケールリングファクタに従ってスケールリングするよう構成される。ある実施の形態では、前

30

40

50

記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケールディングファクタを含む。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記CSI-IM設定に対応する少なくともひとつのCSI-IMリソース上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UEに、前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記少なくともひとつのCSI-IMリソース上の前記干渉を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記UEに、少なくとも、前記K個のNZP CSI-RSリソースに基づく前記K個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を取得させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記UEに、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャンネルに基づいて前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記測定されたダウンリンクチャンネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソース上で測定される。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、前記UEに、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。

10

【0030】

本開示のさらに別の態様によると、基地局の方法が提供される。方法は、基地局が、ユーザ装置、UEに：チャンネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャンネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；をシグナリングすることと、基地局が、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づくCSIレポートを前記UEから受信することと、を含む。

20

【0031】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K₁)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記シグナリングすることがさらに、コードブック設定をシグナリングすることを含む。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが、前記シグナリングされたコードブック設定に少なくとも部分的に基づく。ある実施の形態では、方法は、前記基地局から、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を前記UEに送信することをさらに含む。ある実施の形態では、方法は、前記基地局から、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を前記UEに送信することをさらに含む。ある実施の形態では、方法は、前記基地局から、前記第1NZP CSI-RS設定および前記第2NZP CSI-RS設定の前記シグナリングによって設定されたK+1個のNZP CSI-RSリソースを介して、K+1個のNZP CSI参照信号(RS)を送信することをさらに含む。ある実施の形態では、前記基地局が前記UEにシグナリングすることが、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングすることを含む。ある実施の形態では、前記基地局から前記CSIフィードバック要求を前記UEに送信することが、前記CSIフィードバック要求をダウンリンク制御チャンネルを介して動的に送信することを含む。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定さ

30

40

50

れたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケーリングファクタを含む。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースに基づくK個の干渉電力推定と、前記CSI-IM設定によって設定された少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソースに基づく。ある実施の形態では、方法は、前記基地局から、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を送信することをさらに含む。

【0032】

本開示のさらに別の態様によると、処理回路を含む基地局が提供される。処理回路は、基地局に：UEに：チャンネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャンネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；をシグナリングすることと、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づくCSIレポートを前記UEから受信することと、を行わせるよう構成される。

【0033】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K₁)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記処理回路は、コードブック設定をシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UEにシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが、前記シグナリングされたコードブック設定に少なくとも部分的に基づく。ある実施の形態では、処理回路はさらに、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を前記UEに送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、前記UEに、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、前記第1NZP CSI-RS設定および前記第2NZP CSI-RS設定の前記シグナリングによって設定されたK+1個のNZP CSI-RSリソースを介して、K+1個のNZP CSI参照信号、RS、を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UEにシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、ダウンリンク制御チャネルを介して前記CSIフィードバック要求を動的に送信するようさらに構成されることによって、前記UEに前記CSIフィードバック要求を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路は、前記干渉測定用の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケーリングファクタを含む前記第2NZP CSI-RS設定をシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UEにシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースに基づくK個の干渉電力推定と、

10

20

30

40

50

前記CSI-IM設定によって設定された少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソースに基づく。ある実施の形態では、前記処理回路はさらに、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を送信するよう構成される。

【図面の簡単な説明】

【0034】

添付の図面と併せて考慮して以下の詳細な説明を参照すると、本実施の形態のより完全な理解およびその付随する利点およびフィーチャをより容易に理解することができるであろう。

【0035】

【図1】LTE物理リソースのブロック図である。

【図2】LTE時間ドメイン構造のブロック図である。

【図3】LTEにおけるプレコードされた空間多重モードの送信構成のブロック図である。

【図4】LTEにおける各PRBにおけるCSI-RS割り当てのために利用可能なREのブロック図である。

【図5】図5および図6はそれぞれ、LTEにおける2ポートおよび4ポートCSI-RSリソースの例のブロック図である。

【図6】図5および図6はそれぞれ、LTEにおける2ポートおよび4ポートCSI-RSリソースの例のブロック図である。

【図7】NZP CSI-RSリソースおよびZP CSI-RSリソースのブロック図である。

【図8】NZP CSI-RSリソース、ZP CSI-RSリソースおよびCSI-IMリソースのブロック図である。

【図9】本開示の原理にしたがう、干渉測定およびマルチユーザ(MU)複数入力複数出力(MIMO)のCSIフィードバック構成の例示的なシステムのブロック図である。

【図10】本開示の原理による、設定コードの例示的な設定プロセスのフロー図である。

【図11】MU-MIMO候補であり、それぞれが3つのNZP CSI-RSリソースと1つの共通CSI-IMリソースで構成されている3つの無線デバイスのブロック図である。

【図12】本開示の原理による、推定コードの例示的な推定プロセスのフロー図である。

【図13】本開示の原理による、設定コードの別の実施の形態に係る設定プロセスのフロー図である。

【図14】本開示の原理による、推定コードの別の実施の形態に係る推定プロセスのフロー図である。

【図15】本開示の原理による、第2方法のブロック図である。

【図16】本開示の原理による、ネットワークノードの代替的な実施の形態である。

【図17】本開示の原理による、無線デバイスの代替的な実施の形態である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

3GPP LTEおよびNR(ニューラジオ)からの用語が本開示の実施の形態を例示するために本開示において使用されているが、このことは、本開示の範囲を前述のシステムのみに限定するとして理解されるべきではないことは留意されたい。他の無線システムもまた、本開示内でカバーされるアイデアを活用することから利益を得ることができる。

【0037】

ノード、eNodeB/eNB/gNBおよび無線デバイス/UEのような用語は非限定的であると考えられるべきであり、特に、2つの間のある階層的關係を暗示するものではなく、一般に、「eNodeB」/「ノード」は第1装置と考えられ、「UE」/「無線デバイス」は第2装置と考えられ、これらの2つの装置は何らかの無線チャネルを介して互いに通信することを注意しておく。本明細書において、ダウンリンクにおける無線伝

10

20

30

40

50

送に着目するが、本開示はアップリンクにおいて同等に適用可能である。

【0038】

本明細書に記載される方法およびプロセスは、MU-MIMOのための干渉測定およびCSIフィードバックのために効率的である。1つ以上の実施の形態において、本明細書に記載される方法/プロセスは、MU-MIMOにおけるK+1個の無線デバイスのK+1個のNZP CSI-RSリソースおよび1つの共通ZP CSI-RSリソースを使用する。従って、ここに記載される方法およびプロセスは、無線デバイスが増えるごとに、その無線デバイスがMU-MIMOに参加するためにNZP CSI-RSリソースをひとつだけ増やせばよいという意味で、スケラブルでありうる。ひとつの共通ZP CSI-RSリソースは、依然として、これらの増加した無線デバイスのそれぞれのために使用され得る。

10

【0039】

1つまたは複数の実施の形態では、第1方法/プロセスについて、追加のNZP CSI-RSリソース上の干渉推定を除いて、プロセスは、SU-MIMO CSIフィードバックと同様であってもよく、この場合、無線デバイスにおいて最小の変更が必要とされ得る。

【0040】

1つ以上の実施の形態では、第2方法/プロセスでは、模倣されたMU-MIMO干渉のネットワークノード伝送による干渉推定に、プレコーディングも考慮に入れ、したがって、第1方法と比較するとき、干渉推定はより正確であるかもしれない。

20

【0041】

例示的な実施の形態を詳細に説明する前に、方法、ネットワークノードおよび無線デバイスに関する部品および処理ステップの組み合わせに、実施の形態の主なものが存することを注意しておく。したがって、本明細書の記載に触れた当業者には自明な詳細で開示を不明瞭にしないよう、実施の形態の理解に関係する具体的な詳細のみを示しつつ、適宜、図面における通常のシンボルで部材を表した。

【0042】

本明細書で用いられる場合、「第1」および「第2」や「上」および「底」などの相対的な用語は、エンティティや要素の間のいかなる物理的關係、物理的順序、論理的関係、論理的順序を要求したり暗示したりすることなく、あるエンティティまたは要素を他のエンティティまたは要素から区別するためだけに用いられてもよい。本明細書で使用される用語は特定の実施の形態を説明することのみを目的としており、本明細書で説明されるコンセプトを限定することを意図していない。本明細書で使用されるように、単数形「a」、「an」及び「the」は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、複数形も含むことが意図される。さらに、用語「備える」、「備えている」、「含む」、および/または「含んでいる」は、本明細書で使用される場合、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素などの存在を指定するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および/またはそれらのグループの存在または追加を排除しないことが理解されるのであろう。

30

【0043】

そうでないと定義されない限り、本明細書で用いられる全ての用語（技術用語および専門用語を含む）は、本開示が属する技術分野の当業者によって普通に理解されるような意味と同じ意味を有する。本明細書で用いられる用語は本明細書および関連技術のコンテキストにおける意味と整合する意味を有するものとして解釈されるべきであり、本明細書で明示的にそうであると定義されない限り、理想的なまたは過度に形式的な意味で解釈されるはずもないこともまた理解されるべきである。

40

【0044】

本明細書で説明される実施の形態では、「と通信する」という結合用語は、例えば、物理的接触、誘導、電磁放射、無線シグナリング、赤外線シグナリング、または光シグナリングによって達成され得る、電気通信またはデータ通信を示すために使用され得る。当業

50

者は、複数の構成要素に互換性があり、電気通信およびデータ通信を達成するための修正および変形が可能であることを理解するであろう。

【 0 0 4 5 】

図面では、同様の参照指示子は同様の要素を指し示す。図面を参照すると、本開示の原理にしたがう、干渉測定およびマルチユーザ (M U) 複数入力複数出力 (M I M O) の C S I フィードバック構成の例示的なシステムのブロック図が図 9 に示されている。システム 1 0 は、本明細書で説明されるような 1 つまたは複数の通信プロトコルを使用して、1 つまたは複数の通信ネットワーク、経路、および / またはリンクを介して互いに通信する、1 つまたは複数のネットワークノード 1 2 および 1 つまたは複数の無線デバイス 1 4 を含む。

10

【 0 0 4 6 】

ネットワークノード 1 2 は、無線デバイス 1 4、他のノード 1 2 および / またはシステム 1 0 内の他のエンティティと通信するための送信器回路 1 6 および受信器回路 1 8 を含む。1 つまたは複数の実施の形態では、トランシーバ回路 1 6 および / または受信器回路 1 8 は、1 つまたは複数の通信インターフェースを含む、および / または、1 つまたは複数の通信インターフェースによって置き換えられる。ネットワークノード 1 2 は処理回路 2 0 を含む。本明細書で使用される「ネットワークノード 1 2」などの「ネットワークノード」という用語は、無線ネットワークに含まれる任意の種類ネットワークノードであってもよく、そのような無線ネットワークはさらに、基地局 (B S)、無線基地局、トランシーバ基地局 (B T S)、基地局コントローラ (B S C)、無線ネットワークコントローラ (R N C)、進化型ノード B (e N B または e ノード B)、ノード B、g ノード B (g N B)、M S R B S などのマルチスタンダード無線 (M S R) 無線ノード、リレーノード、ドナーノード制御リレー、無線アクセスポイント (A P)、伝送ポイント、伝送ノード、遠隔無線ユニット (R R U) 遠隔無線ヘッド (R R H)、分散アンテナシステム (D A S) 内のノード、などを含んでもよい。「ネットワークノード」および「基地局」という用語は、本明細書では互換的に使用され得る。

20

【 0 0 4 7 】

処理回路 2 0 は、メモリ 2 4 およびプロセッサ 2 2 を含む。従来のプロセッサおよびメモリに加えて、処理回路 2 0 は、処理および / または制御のための集積回路、例えば、1 つまたは複数のプロセッサおよび / またはプロセッサコアおよび / または F P G A (フィールドプログラマブルゲートアレイ) および / または A S I C (特定用途向け集積回路)、を備えてもよい。プロセッサ 2 2 は、任意の種類揮発性および / または不揮発性メモリ、例えば、キャッシュおよび / またはバッファメモリおよび / または R A M (ランダムアクセスメモリ) および / または R O M (読取専用メモリ) および / または光学メモリおよび / または E P R O M (消去可能プログラマブル読取専用メモリ) を含んでもよいメモリ 2 4 にアクセスする (例えば、そこに書き込むおよび / またはそこから読み出す) ように構成されてもよい。そのようなメモリ 2 4 は、プロセッサ 2 2 によって実行可能なコードおよび / または他のデータ、例えば、通信に関するデータ、例えば、ノードの構成および / または宛先データなど、を保持するように構成されてもよい。

30

【 0 0 4 8 】

処理回路 2 0 は、本明細書で説明される方法および / またはプロセスのいずれかを制御するように、および / または、そのような方法、シグナリングおよび / またはプロセスを、例えば、ネットワークノード 1 2 によって実行させるように構成されてもよい。プロセッサ 2 2 は、本明細書で説明されるネットワークノード 1 2 の機能およびプロセスを実行するための 1 つまたは複数のプロセッサ 2 2 に対応する。ネットワークノード 1 2 は、データ、プログラムソフトウェアコード、および / または本明細書で説明される他の情報を保持するように構成されるメモリ 2 4 を含む。1 つまたは複数の実施の形態では、メモリ 2 4 は、設定コード 2 6 を保持するように構成される。例えば、設定コード 2 6 は、プロセッサ 2 2 によって実行されると、プロセッサ 2 2 に、図 1 0 および / または図 1 3 に関して説明された機能などの本明細書で説明される機能を実行させるインストラクションを

40

50

含む。

【 0 0 4 9 】

無線デバイス 1 4 は、ネットワークノード 1 2、他の無線デバイス 1 4、および/またはシステム 1 0 内の他のエンティティと通信するための送信器回路 2 8 および受信器回路 3 0 を含む。1 つまたは複数の実施の形態では、送信器回路 2 8 および/または受信器回路 3 0 は、1 つまたは複数の通信インターフェースを含む、および/または、1 つまたは複数の通信インターフェースによって置き換えられる。無線デバイス 1 4 は処理回路 3 2 を含む。

【 0 0 5 0 】

処理回路 3 2 は、メモリ 3 6 およびプロセッサ 3 4 を含む。従来のプロセッサおよびメモリに加えて、処理回路 3 2 は、処理および/または制御のための集積回路、例えば、1 つまたは複数のプロセッサおよび/またはプロセッサコアおよび/または F P G A (フィールドプログラマブルゲートアレイ) および/または A S I C (特定用途向け集積回路)、を備えてもよい。プロセッサ 3 4 は、任意の種類揮発性および/または不揮発性メモリ、例えば、キャッシュおよび/またはバッファメモリおよび/または R A M (ランダムアクセスメモリ) および/または R O M (読取専用メモリ) および/または光学メモリおよび/または E P R O M (消去可能プログラマブル読取専用メモリ) を含んでもよいメモリ 3 6 にアクセスする(例えば、そこに書き込むおよび/またはそこから読み出す)ように構成されてもよい。そのようなメモリ 3 6 は、プロセッサ 3 4 によって実行可能なコードおよび/または他のデータ、例えば、通信に関するデータ、例えば、ノードの構成および/または宛先データなど、を保持するように構成されてもよい。

【 0 0 5 1 】

処理回路 3 2 は、本明細書で説明される方法および/またはプロセスのいずれかを制御するように、および/または、そのような方法、シグナリングおよび/またはプロセスを、例えば、無線デバイス 1 4 によって実行させるように構成されてもよい。プロセッサ 3 4 は、本明細書で説明される無線デバイス 1 4 の機能およびプロセスを実行するための 1 つまたは複数のプロセッサ 3 4 に対応する。無線デバイス 1 4 は、データ、プログラムソフトウェアコード、および/または本明細書で説明される他の情報を保持するように構成されるメモリ 3 6 を含む。1 つまたは複数の実施の形態では、メモリ 3 6 は、推定コード 3 8 を保持するように構成される。例えば、推定コード 3 8 は、プロセッサ 3 4 によって実行されると、プロセッサ 3 4 に、図 1 2 および/または図 1 5 に関して説明された機能などの本明細書で説明される機能を実行させるインストラクションを含む。

【 0 0 5 2 】

用語「無線デバイス」および「UE」は、本明細書では互換的に使用され得る。無線デバイス 1 4 は、無線通信デバイス、無線デバイスエンドポイント、モバイルエンドポイント、デバイスエンドポイント、センサデバイス、ターゲットデバイス、デバイス対デバイス無線デバイス、ユーザ装置(UE)、マシンタイプ無線デバイスまたはマシン対マシン通信可能な無線デバイス、無線デバイスに備えられたセンサ、タブレット、モバイル端末、携帯電話、ラップトップ、コンピュータ、機器、車両、スマートフォン、ラップトップ組み込み装置(LEE)、ラップトップ設置装置(LME)、USB ドングル、カスタムプレミス装置(CPE)、周知の無線信号やラジオ信号を伝達可能な他のデバイスであってもよい。

【 0 0 5 3 】

本明細書ではネットワークノード 1 2 および/または無線デバイス 1 4 によって実行される特定の機能を参照して実施の形態を説明するが、これらの機能は他のネットワークノードおよび要素において実行することができることを理解されたい。また、ネットワークノード 1 2 および/または無線デバイス 1 4 の機能はインターネットまたはアクセスネットワークバックホールネットワークなどのネットワーククラウドにわたって分散させることができ、その結果、他のノードは、本明細書で説明する 1 つまたは複数の機能、または機能の一部さえも実行することができることも理解されたい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

1つまたは複数の実施の形態では、本開示の第1の例示的な態様にしたがって、ネットワークノード12における設定プロセスおよび各WD14における推定プロセスが以下で説明される。

【 0 0 5 5 】

ネットワークノード12において

ステップ1：SU-MIMO CSIを取得する；

ステップ2：MU-MIMO候補としてK+1個のWD14を決定し、各候補にK+1個のNZP CSI-RSリソースと1つのCSI-IMリソースを設定する；

ステップ3：どのNZP CSI-RSがチャンネル測定用であるかを示す；

ステップ4：コードブックを伴って新しいCSIフィードバックを要求する；

ステップ5：各WD14からMU-MIMO CSIを受信する；

ステップ6：新しいCSIを使用して、K+1個のWD14にMU-MIMO伝送を実行する。

【 0 0 5 6 】

WD14において

ステップ1：K+1個のNZP CSI-RSリソースおよび1個のCSI-IMを伴う設定を受信し、K+1個のNZP CSI-RSのうちの、チャンネル測定用のひとつの指示を受信する；

ステップ2：ネットワークノード12からCSI要求を受信する；

ステップ3：指示されたように、NZP CSI-RSリソース上のチャンネルを測定する；

ステップ4：CSI-IMでのセル間干渉を測定する

ステップ5：残りのK個のNZP CSI-RSリソース上でK個のMU干渉を測定し、K個の測定された干渉のそれぞれから測定されたセル間干渉を減算し、K個のMU干渉を生じる；

ステップ6：K個のMU干渉および測定されたセル間干渉を足し合わせることで、総推定干渉が得られる；

ステップ7：設定されたコードブックに従って、測定されたチャンネルと総推定干渉とに基づいてCSIを算出する；

ステップ8：CSI(MU-MIMO CSI)をネットワークノード12にフィードバックする。

【 0 0 5 7 】

図10は、本開示の原理に従う、特に本開示の第1の例示的な態様に従う、ネットワークノード12の設定コード26の例示的な設定プロセスのフロー図である。ネットワークノード/基地局12の処理回路20は、無線デバイス/UE14に：チャンネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)CSI参照信号(RS)設定と、干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定と、干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定と、をシグナリングするように構成される(ブロックS100)。いくつかの実施の形態では、第2NZP CSI-RS設定がK個のNZP-CSIリソース上のマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものであり、ここで、K=1である。ある実施の形態では、シグナリングがコードブック設定を含む。ある実施の形態では、CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。さらに、各NZP CSI-RSについてのPDSCHとNZP CSI-RSとの間のRE当たりのエネルギー比(EPRE)もまた、第1および第2NZP CSI-RS設定においてシグナリングされ得る。

【 0 0 5 8 】

処理回路20は、任意選択で、NZP CSI-RSリソースの第1および第2設定NZP CSI-RS設定およびCSI-IM設定に基づいて、CSI測定およびフィードバックを求めるCSIフィードバック要求を無線デバイス14に送信するように構成される(ブロックS102)。処理回路20は、任意選択で、設定されたK+1個のNZP

10

20

30

40

50

CSI-RSリソースを介して $K+1$ 個のNZP CSI-RSを送信するように構成される(ブロックS104)。処理回路20は、UE/無線デバイス14からCSIレポートを受信するように構成される(ブロックS106)。ある実施の形態では、CSIレポートは、シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と第2NZP CSI-RS設定と、CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づく。いくつかの実施の形態では、CSIレポートがコードブック設定にさらに基づく。処理回路20は、任意選択で、報告されたCSIを伴うデータを無線デバイス14に送信するように構成される(ブロックS108)。言い換えると、設定プロセスの1つまたは複数の実施の形態、すなわち方法1では、ネットワークノード1(たとえばネットワークノード12)がまず、LTEまたはNRで通常行われるように、サービング無線デバイス14からSU-MIMO CSI(すなわちCRI、RI、PMI、CQI)を取得する。次に、ネットワークノード12は、SU-MIMO CSIに基づいて、MU-MIMOの無線デバイス14候補を決定する。 $K+1$ 個の無線デバイス14がMU-MIMO候補として選択された、すなわち、それらが、同じ時間周波数リソースを持つサブフレームと一緒にスケジューリングされる可能性があるかと仮定する。MU干渉を考慮することによってMU-MIMO CQIを取得するために、ネットワークノード12は、 $K+1$ 個のNZP CSI-RSリソースと、同じサブフレームまたはスロット内のCSI-IMとしてのひとつの共通ZP CSI-RSと、で $K+1$ 個の無線デバイス14候補のそれぞれを設定し、各無線デバイス14にCSIレポートを要求する。

10

【0059】

20

各無線デバイス14について、ネットワークノード12はまた、 $K+1$ 個のNZP CSI-RSリソースのうちの一つをチャネル測定用として、残りの K 個のNZP CSI-RSリソースを干渉測定用として、示してもよい。各無線デバイス14はまた、CSIフィードバック用のコードブックで設定される。

【0060】

設定およびCSIフィードバック要求を受信した後、各無線デバイス14はZP-CSI-RSリソース上で、ダウンリンクチャネル H を推定し、セル間干渉 $I_{inter-cell}$ を測定する。加えて、各無線デバイスはまた、等方的干渉を仮定することによって、すなわち、CSI-RSリソースの全てのポートに亘って電力を平均化することによって、干渉測定用に設定された K 個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上のMU-MIMO干渉、 I_m ($m=1, \dots, K$)を測定する。測定は全帯域幅(すなわち、広帯域)にわたって、および/または各サブバンドにおいて(すなわち、複数のPRBにわたって)行うことができる。例えば、CSI-IMがPRB当たり4つのREからなると仮定すると、 i 番目のPRBにおける k 番目の無線デバイス14の $I_{inter-cell}$ および I_m は、以下のように得られる

30

【数7】

$$I_{inter-cell}^k(i) = \frac{1}{4} \sum_{l=1}^4 |y_{ZP}^k(n_l, i)|^2$$

$$I_m^k(i) = \sum_{j=1}^{N_m} |y_{NZP,m}^k(n_j, i)|^2$$

40

ここで、 $y_{ZP}^k(n_l, i)$ は i 番目のPRB内でCSI-IMの l 番目のREにおいて受信された信号であり、 $y_{NZP,m}^k(n_j, i)$ は、 i 番目のPRB内で m 番目のNZP CSI-RSの j 番目のREにおいて受信された信号であり、両信号は k 番目のUE WD14におけるものである。 N_m は m 番目のNZP CSI-RSリソースのCSI-RSポートの数である。LTEではCSI-IMとに4つのREが使用されているが、NRではREの数が異なる。

【0061】

50

各無線デバイス14は、総干渉（すなわち、セル間干渉 + MU干渉）を

【数8】

$$I = \sum_{m=1}^K (I_m - I_{\text{inter-cell}}) + I_{\text{inter-cell}}$$

として推定し、設定されたコードブックに従って、IおよびHに基づいて、CSIを算出し、報告する。すなわち、無線デバイス14は干渉測定用に設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の干渉 I_m を推定し、各干渉推定値 I_m からバイアスであるセル間干渉 $I_{\text{inter-cell}}$ 項を除去し、次いで、 $I_{\text{inter-cell}}$ バイアスを除去した後にK個のNZP CSI-RSリソースに対応する干渉を合計して、総MU干渉（すなわち、

【数9】

$$\sum_{m=1}^K (I_m - I_{\text{inter-cell}})$$

である)を算出する。

【0062】

既存のSU-MIMO CSI推定との差は、MU干渉もNZP CSI-RS設定を介して推定されることであり得る。図11に一例が示されており、ここでは、3つの無線デバイス14a-14cは、MU-MIMO候補であり、それぞれが3つのNZP CSI-RSリソースと1つの共通CSI-IMリソースで構成されている。無線デバイス14aについて、ネットワークノード12は、チャンネル測定用のNZP CSI-RS1を示す。無線デバイス14bについて、NZP CSI-RS2はチャンネル測定用のものとして示され、同様に、無線デバイス14cについて、NZP CSI-RS3は、チャンネル測定用のものである。

【0063】

図10はステップS100~S108を含む例示的なプロセスを示しているが、いくつかの実施の形態は図10に示されるステップよりも多いかまたは少ないステップ（例えば、ステップS100およびS106のみ）を含んでもよいことを理解されたい。

【0064】

代替的な実施の形態では、すべてのK個のNZP CSI-RSリソースからの測定されたMU干渉を含める代わりに、ネットワークノード12は無線デバイス14がCSIを測定し報告するために使用すべき干渉仮説を無線デバイス14にシグナリングすることができる。一例では、ネットワークノード12は、セル間干渉のみを考慮することによってひとつのSU-MIMO CSI(CSI0)を報告するよう無線デバイス14に求めてもよく、また、それぞれがK個のNZP CSI-RSリソースのうちのひとつ上で測定された複数のMU干渉推定のうちで最小の測定されたMU干渉のみを考慮することによってひとつのMU-MIMO CSI(CSI1)を報告するよう無線デバイス14に求めてもよく、また、それに関連するNZP CSI-RSリソースインデクス(CRI1)を報告するよう無線デバイス14に求めてもよい。この場合、無線デバイス14は、SU-MIMO CSI0、MU-MIMO CSI1、およびCRI1を報告する。これは、ネットワークノード12がK個の無線デバイス14のうちどの無線デバイス14がペア対象の無線デバイス14として最良の候補であり得るかを決定することを支援し得る。

【0065】

別の例では、ネットワークノード12は、無線デバイス14が別の2つの無線デバイス14とペアになっていると仮定して、無線デバイス14に、追加のMU-MIMO CSI、CSI2も報告するように求めることができる。この場合、複数のMU干渉推定値のうち任意の2つのNZP CSI-RSリソース上の最小合計MU干渉が考慮され、関連する2つのNZP CSI-RSリソースインデクスCRI21およびCRI22も報告される。したがって、UEは、SU-MIMO CSI0、MU-MIMO{CSI1、CRI1}、{CSI2、CRI1、CRI22}を報告する。これは、ネットワークノード12がK個の無線デバイス14のうちどの無線デバイス14、または2つの無線デ

10

20

30

40

50

バイス 14 がペア対象の無線デバイス 14 として最良の候補であり得るかを決定することを支援し得る。

【0066】

同様に、この概念は、3つ以上の無線デバイス 14 についての干渉仮説に拡張することができる。

【0067】

図 12 は、本開示の原理にしたがう、特に、本開示の第 1 の例示的な態様にしたがう、無線デバイス 14 の推定コード 38 の例示的な推定プロセスのフロー図である。処理回路 32 は、シグナリングを受信するように構成され、シグナリングは：チャンネル測定用の第 1 非ゼロ電力 (NZP) CSI 参照信号 (RS) 設定と、干渉測定用の第 2 NZP CSI - RS 設定と、干渉測定用の CSI 干渉測定 (CSI - IM) 設定とを含む (ブロック S110)。ある実施の形態では、シグナリングがさらにコードブック設定を含む。ある実施の形態では、前記第 2 NZP CSI - RS 設定がマルチユーザ (MU) 干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、CSI - IM 設定がセル間干渉測定のためのものである。処理回路 32 は、任意選択で、NZP CSI - RS リソースの設定された第 1 および第 2 設定と、CSI - IM リソースの CSI - IM 設定とに基づき CSI を求める CSI フィードバック要求を受信するように構成される (ブロック S112)。いくつかの実施の形態では、CSI を求める CSI フィードバック要求がコードブック設定にさらに基づく。処理回路 32 は、シグナリングされた第 1 NZP CSI - RS 設定と第 2 NZP CSI - RS 設定と、CSI - IM 設定と、に少なくとも部分的に基づき CSI を推定するよう構成される (ブロック S114)。第 1 および第 2 NZP CSI - RS 設定は、 $K + 1$ 個の NZP CSI - RS リソースでありうる NZP CSI - RS リソースのためのものでありうる。いくつかの実施の形態では、処理回路 32 はコードブック設定に基づいて CSI を推定するようにさらに構成される。

【0068】

図 11 はステップ S110 ~ S114 を含む例示的なプロセスを示しているが、いくつかの実施の形態は図 11 に示されるステップよりも多いかまたは少ないステップ (例えば、ステップ S110 および S114 のみ) を含んでもよいことを理解されたい。

【0069】

1 つまたは複数の他の実施の形態では、本開示の第 2 の例示的な態様に従って、ネットワークノード 12 における設定プロセスおよび各 WD 14 における推定プロセスが以下で説明される。

【0070】

ネットワークノード 12 において：

ステップ 1：すべての WD 14 について SU - MIMO CSI を取得する；

ステップ 2：MU - MIMO 候補として $K + 1$ 個の WD 14 を決定する；

ステップ 3：各候補に、チャンネル測定用のひとつの NZP CSI - RS リソースと、電力比パラメータを含む干渉測定用のひとつの CSI - IM リソースと、を設定する；

ステップ 4：コードブックを伴う新しい CSI フィードバックを要求し、CSI - IM リソース上で MU - MIMO 信号を送信する；

ステップ 5：各 WD 14 から MU - MIMO CSI を受信する；

ステップ 6：新しい CSI を使用して、 $K + 1$ 個の WD 14 に MU - MIMO 伝送を実行する。

【0071】

WD 14 において：

ステップ 1：電力比パラメータを含む、ひとつの NZP CSI - RS リソースおよびひとつの CSI - IM リソースを伴う設定を受信する；

ステップ 2：CSI 要求および、CSI フィードバックに使用されるコードブックを受信する；

ステップ 3：NZP CSI - RS リソース上のチャンネルを測定し、プレコーディング

10

20

30

40

50

行列を推定し、推定されたプレコーディング行列および測定されたチャネルを用いて信号電力を推定する；

ステップ４：CSI-IMリソース上の干渉を測定し、測定した干渉から推定信号電力を減じ、結果として総推定干渉が生じる；

ステップ５：設定されたコードブックに従って、測定されたチャネルと総推定干渉とに基づいてCSIを算出する；

ステップ６：CSI(MU-MIMO CSI)をネットワークノード１２にフィードバックする。

【００７２】

図１３は、本開示の原理に従う、特に本開示の第２の例示的な態様に従う、ネットワークノード１２の設定コード２６の設定プロセスの別の実施の形態、すなわち方法２のフロー図である。ネットワークノード１２の処理回路２０は：チャネル測定用のNZP CSI-RSリソース設定と、干渉測定用のCSI-IMリソース設定と、コードブック設定と、電力比 と、を無線デバイス１４にシグナリングするように構成される（ブロックＳ１１６）。処理回路２０は、設定されたNZP CSI-RSリソースと、CSI-IMリソースと、コードブックと、電力比 と、に基づいてCSI測定およびフィードバックのためのCSIフィードバック要求を無線デバイス１４にサブフレームまたはスロット内で送信するよう構成される（ブロックＳ１１８）。処理回路２０は、設定されたNZP CSI-RSリソースを介してNZP CSI-RS信号を、CSI-IMリソース上でMU信号を、送信するよう構成される（ブロックＳ１２０）。処理回路２０は、無線デバイス１４からCSIレポートを受信するよう構成される（ブロックＳ１２２）。ある実施の形態では、CSIレポートは、NZP CSI-RSリソース設定と、CSI-IMリソース設定、コードブック設定と、電力比 と、に少なくとも部分的に基づく。処理回路２０は、報告されたCSIを伴うデータを無線デバイス１４に送信するよう構成される（ブロックＳ１２４）。

【００７３】

図１４は、本開示の原理による、無線デバイス１４の推定コード３８の別の実施の形態に係る推定プロセスのフロー図である。WD１４の処理回路３２は：チャネル測定用のNZP CSI-RSリソース設定と、干渉測定用のCSI-IMリソース設定と、コードブック設定と、電力比 と、を受信するよう構成される（ブロックＳ１２６）。処理回路３２は、設定されたNZP CSI-RSリソースと、CSI-IMリソースと、コードブックと、電力比 と、に基づいてCSI測定およびフィードバックのためのCSIフィードバック要求をサブフレームまたはスロット内で受信するよう構成される（ブロックＳ１２８）。処理回路３２は、設定されたNZP CSI-RSリソースを介してNZP CSI-RS信号を、CSI-IMリソース上でMU信号を、受信するよう構成される（ブロックＳ１３０）。処理回路３２は、コードブックおよび電力比 に従って、NZP CSI-RSリソース上で受信された信号とCSI-IMリソース上の干渉とに基づいてCSIを推定するよう構成される（ブロックＳ１３２）。処理回路３２は、CSIレポートを送信するよう構成される（ブロックＳ１３４）。CSIレポートは、推定されたCSIに基づくことができる。

【００７４】

ネットワークノード１２での設定プロセスおよび各無線デバイス１４での推定プロセスのさらなる実施の形態を以下で説明する。

【００７５】

設定プロセスのひとつ以上の実施の形態、すなわち方法２では、方法１と同様に、ネットワークノード１２がまず、LTEまたはNRで通常行われるように、サービング無線デバイス１４からSU-MIMO CSI(すなわちCRI、RI、PMI、CQI)を取得するものとされる。次に、ネットワークノード１２は、SU-MIMO CSIに基づいて、 $K+1$ 個($K>0$)のMU-MIMOの無線デバイス１４候補を決定する。この方法では、MU干渉を考慮してMU-MIMO CQIを得るために、ネットワークノード

10

20

30

40

50

12は、チャネル測定用の1つのNZP CSI-RSリソースと、CSI-IMとしての1つのZP CSI-RSとでK+1個の無線デバイス14候補のそれぞれを構成する。CSI-IMリソースは同じサブフレームまたはスロット内でK+1個の無線デバイス14に共通であり、各無線デバイス14にCSIレポートを要求する。

【0076】

ネットワークノード12は、設定されたZP CSI-RSリソース内のK+1個の全ての無線デバイス14を含むMU-MIMO信号を送信する。すなわち、以下の信号を送信する。

【数10】

$$\sum_{m=1}^{K+1} \mathbf{W}^m(i) \mathbf{s}^m(i)$$

10

ここで、 $\mathbf{W}^k(i)$ 、 $\mathbf{s}^k(i)$ はCSI-IMリソースのi番目のREにおけるk番目のUE関連付けられたプレコーディング行列およびデータベクトルである。

【0077】

各無線デバイスは、CSI-IMリソースを介した干渉、 I_{ZP} を測定し、NZP CSI-RSリソースを介したプレコーディングされた信号電力を推定する。すなわち $p_s = \|\mathbf{H}\mathbf{W}\|^2$ であり、ここで、Hは推定されたチャネル行列であり、WはNZP CSI-RSリソースから推定されたプレコーディング行列である。各無線デバイス14は設定されたコードブックに従って、 $\mathbf{I} = \mathbf{I}_{ZP} - p_s$ 及びHに基づいて、CSIを算出し、報告する。ここで、バイアス p_s は、各無線デバイス14について意図されたプレコーディングされた信号がその干渉を測定するためにMU-MIMOグループ内の他の無線デバイス14のためのCSI-IMリソース内で送信されることに起因する。したがって、1つ以上の実施の形態において、それは、他の無線デバイス14からの総干渉の推定値を得るために、CSI-IMリソース上で行われた測定 I_{ZP} から取り除かれる。

20

【0078】

一例を図15に示す。そこでは、3つの無線デバイス14a-14cがMU-MIMO候補であり、各々が1つのNZP CSI-RSリソースで構成される。すなわち無線デバイス14aに対してNZP CSI-RS1、無線デバイス14bに対してNZP CSI-RS2、無線デバイス14cに対してNZP CSI-RS3が設定されている。また、3つの無線デバイス14すべてに1つの共通CSI-IMリソースが設定されている。

30

【0079】

図16は、本開示の原理による、ネットワークノード12の代替的な実施の形態である。この実施の形態では、ネットワークノード12は、上述のように送信、伝送、および/またはシグナリングを実行するための送信モジュール40を含む。ネットワークノード12は、設定コード26に関して上述したような機能及び/又はプロセスを実行するための設定モジュール42を含む。

【0080】

図17は、本開示の原理による、無線デバイス14の代替的な実施の形態である。この実施の形態では、無線デバイス14は、上述したような送信、通信、および/またはシグナリングをネットワークノード12から受信するための受信モジュール44を含む。無線デバイス14は、推定コード38に関して上述したプロセスおよび/または機能を実行するための推定モジュール46を含む。

40

【0081】

本開示のある態様によると、UE14の方法が提供される。方法は、前記UE14が、シグナリングを受信すること(S110)であって、前記シグナリングが以下を含む：チャネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャネル状態情報参照信号(CSI-RS)設定；干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；受信することと、前記UE14が、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に

50

少なくとも部分的に基づいて、CSIを推定すること(S114)と、を含む。

【0082】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K=1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記シグナリングを受信すること(S110)がさらに、コードブック設定を含む前記シグナリングを受信することを含む。ある実施の形態では、前記CSIを推定すること(S114)がさらに、前記コードブック設定に基づいて前記CSIを推定することを含む。ある実施の形態では、方法はさらに、前記UE14が、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づいてCSIのCSIフィードバック要求を受信すること(S112)を含む。ある実施の形態では、方法はさらに、前記UE14が、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいてCSIのCSIフィードバック要求を受信すること(S112)を含む。ある実施の形態では、前記CSIを推定することがさらに、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソース上のダウンリンクチャネルを測定すること(S114)を含む。ある実施の形態では、前記CSIを推定すること(S114)がさらに、前記第2NZP CSI-RS設定に対応するK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の干渉を測定することを含む。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することによりK個の干渉電力推定が生じる。ある実施の形態では、前記K個の干渉電力推定のそれぞれが、前記K個のNZP CSI-RSリソースに関連付けられた電力スケールリングファクタに従ってスケールリングされる。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む。ある実施の形態では、前記CSIを推定すること(S114)が、前記CSI-IM設定に対応する少なくともひとつのCSI-IMリソース上の干渉を測定することを含む。ある実施の形態では、前記少なくともひとつのCSI-IMリソース上の前記干渉を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じる。ある実施の形態では、方法は、少なくとも、前記K個のNZP CSI-RSリソースに基づく前記K個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を得ることをさらに含む。ある実施の形態では、前記推定されたCSIが、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づく。ある実施の形態では、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソース上で測定される。ある実施の形態では、方法はさらに、前記UE14が、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を受信することをさらに含む。

【0083】

本開示の別の態様によると、処理回路32を含むUE14が提供される。処理回路32は、前記UE14に、シグナリングを受信することであって、前記シグナリングが以下を含む：チャネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；受信することと、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づいて、CSIを推定することと、を行わせるよう構成される。

【 0 0 8 4 】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K-1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記受信されたシグナリングがさらに、コードブック設定を含む。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記コードブック設定に基づいて前記CSIを推定するようさらに構成されることによって、前記UE14に前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32はさらに、前記UE14に、少なくとも、前記第1 NZP CSI-RS設定と、前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32はさらに、前記UE14に、少なくとも、前記第1 NZP CSI-RS設定と、前記第2 NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記第1 NZP CSI-RS設定に対応する第1 NZP CSI-RSリソース上のダウンリンクチャネルを測定するようさらに構成されることによって、前記UE14に前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記第2 NZP CSI-RS設定に対応するK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UE14に、前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記K個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれ上の前記干渉を測定することによりK個の干渉電力推定が生じるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記K個の干渉電力推定のそれぞれを、前記K個のNZP CSI-RSリソースに関連付けられた電力スケーリングファクタに従ってスケーリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記第2 NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2 NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケーリングファクタを含む。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記CSI-IM設定に対応する少なくともひとつのCSI-IMリソース上の干渉を測定するようさらに構成されることによって、前記UE14に、前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記少なくともひとつのCSI-IMリソース上の前記干渉を測定することにより少なくともひとつの干渉電力推定が生じるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記UE14に、少なくとも、前記K個のNZP CSI-RSリソースに基づく前記K個の干渉電力推定と、前記少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく前記少なくともひとつの干渉電力推定と、を足し合わせることによって、合成干渉推定を取得させるよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路32は、前記UE14に、前記合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づいて前記CSIを推定させるよう構成される。ある実施の形態では、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1 NZP CSI-RS設定に対応する第1 NZP CSI-RSリソース上で測定される。ある実施の形態では、前記処理回路32はさらに、前記UE14に、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を受信させるよう構成される。

【 0 0 8 5 】

本開示のさらに別の態様によると、基地局12の方法が提供される。方法は、基地局12が、ユーザ装置、UE14に：チャネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2 NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；をシグナリングすること(S100

10

20

30

40

50

)と、基地局12が、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づくCSIレポートを前記UE14から受信すること(S106)と、を含む。

【0086】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定用のK個(K=1)のNZP CSI-RSリソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記K個のNZP CSI-RSリソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、K+1が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記CSI-IM設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記シグナリングすること(S100)がさらに、コードブック設定をシグナリングすることを含む。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが、前記シグナリングされたコードブック設定に少なくとも部分的に基づく。ある実施の形態では、方法は、前記基地局12から、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を前記UE14に送信すること(S102)をさらに含む。ある実施の形態では、方法は、前記基地局12から、少なくとも、前記第1NZP CSI-RS設定と、前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に基づいて、CSIのCSIフィードバック要求を前記UE14に送信すること(S102)をさらに含む。ある実施の形態では、方法は、前記基地局12から、前記第1NZP CSI-RS設定および前記第2NZP CSI-RS設定の前記シグナリングによって設定されたK+1個のNZP CSI-RSリソースを介して、K+1個のNZP CSI参照信号(RS)を送信すること(S104)をさらに含む。ある実施の形態では、前記基地局12が前記UE14にシグナリングすることが、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングすることを含む。ある実施の形態では、前記基地局12から前記CSIフィードバック要求を前記UE14に送信することが、前記CSIフィードバック要求をダウンリンク制御チャネルを介して動的に送信することを含む。ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干渉測定の前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む。ある実施の形態では、前記受信されたCSIレポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第2NZP CSI-RS設定によって設定されたK個のNZP CSI-RSリソースに基づくK個の干渉電力推定と、前記CSI-IM設定によって設定された少なくともひとつのCSI-IMリソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1NZP CSI-RS設定に対応する第1NZP CSI-RSリソースに基づく。ある実施の形態では、方法は、前記基地局12から、コードブック設定を含むCSIフィードバック要求を送信することをさらに含む。

【0087】

本開示のさらに別の態様によると、処理回路20を含む基地局12が提供される。処理回路20は、基地局12に：UE14に：チャンネル測定用の第1非ゼロ電力(NZP)チャンネル状態情報(CSI)参照信号(RS)設定；干渉測定用の第2NZP CSI-RS設定；干渉測定用のCSI干渉測定(CSI-IM)設定；をシグナリングすることと、前記シグナリングされた第1NZP CSI-RS設定と前記第2NZP CSI-RS設定と、前記CSI-IM設定と、に少なくとも部分的に基づくCSIレポートを前記UE14から受信することと、を行わせるよう構成される。

【0088】

本態様によると、ある実施の形態では、前記第2NZP CSI-RS設定が、前記干

10

20

30

40

50

渉測定用の K 個($K - 1$)の $NZP - CSI - RS$ リソースを設定するためのものである。ある実施の形態では、前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースにおいて測定された前記干渉測定がマルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)干渉に対応する。ある実施の形態では、 $K + 1$ が、マルチユーザ複数入力複数出力(MU-MIMO)通信のユーザ装置候補の数に対応する。ある実施の形態では、前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定がマルチユーザ(MU)干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記 $CSI - IM$ 設定がセル間干渉測定のためのものである。ある実施の形態では、前記処理回路20は、コードブック設定をシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UE14にシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記受信された CSI レポートが、前記シグナリングされたコードブック設定に少なくとも部分的に基づく。ある実施の形態では、処理回路20はさらに、少なくとも、前記第1 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記 $CSI - IM$ 設定と、前記コードブック設定と、に基づいて、 CSI の CSI フィードバック要求を前記UE14に送信する($S102$)よう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路20はさらに、前記UE14に、少なくとも、前記第1 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定と、前記 $CSI - IM$ 設定と、に基づいて、 CSI の CSI フィードバック要求を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路20はさらに、前記第1 $NZP - CSI - RS$ 設定および前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定の前記シグナリングによって設定された $K + 1$ 個の $NZP - CSI - RS$ リソースを介して、 $K + 1$ 個の $NZP - CSI$ 参照信号、 RS 、を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路20は、無線リソース制御シグナリングを介して準静的にシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UE14にシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路20は、ダウンリンク制御チャネルを介して前記 CSI フィードバック要求を動的に送信するようさらに構成されることによって、前記UE14に前記 CSI フィードバック要求を送信するよう構成される。ある実施の形態では、前記処理回路20は、前記干渉測定用の前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定によって設定された K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースのそれぞれの電力スケールリングファクタを含む前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定をシグナリングするようさらに構成されることによって、前記UE14にシグナリングするよう構成される。ある実施の形態では、前記受信された CSI レポートが合成干渉推定および測定されたダウンリンクチャネルに基づくものであり、前記合成干渉推定が、少なくとも、前記第2 $NZP - CSI - RS$ 設定によって設定された K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースに基づく K 個の干渉電力推定と、前記 $CSI - IM$ 設定によって設定された少なくともひとつの $CSI - IM$ リソースに基づく少なくともひとつの干渉電力推定と、の和であり、前記測定されたダウンリンクチャネルが、前記第1 $NZP - CSI - RS$ 設定に対応する第1 $NZP - CSI - RS$ リソースに基づく。ある実施の形態では、前記処理回路20はさらに、コードブック設定を含む CSI フィードバック要求を送信するよう構成される。

【0089】

本開示のいくつかの実施の形態は以下を含む：

実施の形態1。データをユーザ装置に送信する複数の送信アンテナポートを備えるアクセスノードからなる無線ネットワークにおけるチャネル状態情報フィードバックの方法。方法は以下を備える。

アクセスノードが、UEに、チャネル測定用の第1 $NZP - CSI - RS$ 設定と、MU干渉測定用の、 $K - 1$ の $NZP - CSI - RS$ の第2設定と、セル間干渉測定用の $CSI - IM$ リソース設定と、コードブック設定と、をシグナリングすることと、

前記アクセスノードが、 $NZP - CSI - RS$ リソースの前記設定された前記第1および前記第2設定と、前記 $CSI - IM$ リソースと、前記コードブックと、に基づいて CSI 測定およびフィードバックのための CSI フィードバック要求を前記UEに送信することと、

前記アクセスノードから、前記設定された $K + 1$ 個の $NZP - CSI - RS$ リソースを

10

20

30

40

50

介して、 $K + 1$ 個の $NZP - CSI - RS$ を送信することと、

前記 UE が、 $NZP - CSI - RS$ リソースの前記シグナリングされた第 1 および前記第 2 設定と前記 $CSI - IM$ リソースと、前記コードブックと、に基づいて CSI を推定することと、

前記アクセスノードが、前記 UE から CSI レポートを受信することと、

前記アクセスノードから、前記報告された CSI を伴うデータを前記 UE に送信することと。

実施の形態 2。前記推定することが、前記第 1 $NZP - CSI - RS$ リソース上でダウンリンクチャネルを測定することを含む実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 3。前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースのそれぞれ上の干渉電力を測定することにより K 個の干渉電力推定が生じる実施の形態 1 に記載の方法。

10

実施の形態 4。前記推定することが、前記 $CSI - IM$ リソース上で前記セル間干渉電力を測定することをさらに含む実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 5。前記測定されたセル間干渉電力を前記 K 個の干渉電力推定のそれぞれから減じることによって、 K 個の MU 干渉電力推定が生じる実施の形態 3 または 4 に記載の方法。

実施の形態 6。前記 K 個の MU 干渉電力推定と前記セル間干渉推定とを足し合わせることによって、総干渉推定が生じる実施の形態 3 から 5 のいずれかに記載の方法。

実施の形態 7。前記 CSI 推定が、前記総干渉推定および前記測定されたダウンリンクチャネルに基づく実施の形態 1 から 6 のいずれかに記載の方法。

20

実施の形態 7 a。前記 CSI フィードバック要求がさらに複数の干渉仮説を含むことができる実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 7 b。前記干渉仮説が、複数の干渉している無線デバイスまたは最大数の干渉している無線デバイスの仮説を含むことができ、各無線デバイスが前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ のうちのひとつに関連付けられている実施の形態 7 a に記載の方法。

実施の形態 7 c。前記 CSI がさらに $SU - MIMO - CSI$ およびひとつ以上の $MU - CSI$ を含むことができる実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 7 d。前記 $SU - MIMO - CSI$ が MU 干渉を伴わない CSI に対応する実施の形態 7 c に記載の方法。

実施の形態 7 e。前記 $MU - MIMO - CSI$ が、前記 K 個の $NZP - CSI - RS$ リソースのうち複数の $NZP - CSI - RS$ リソースに亘って推定された MU 干渉の総和の最小値を伴う CSI に対応する実施の形態 7 c に記載の方法。

30

実施の形態 7 f。前記 $NZP - CSI - RS$ リソースの数が前記干渉仮説で指定される実施の形態 7 e に記載の方法。

実施の形態 8。前記シグナリングが無線リソース制御シグナリングを介した準静的なものである実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 9。前記シグナリングがダウンリンク制御チャネルを介した動的なものである実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 10。前記送信がダウンリンク制御チャネルを介した動的なものである実施の形態 1 に記載の方法。

40

実施の形態 11。前記シグナリングおよび前記送信が、ダウンリンク制御チャネルを介した同じダウンリンク制御情報内にある実施の形態 1 に記載の方法。

実施の形態 11 a。前記第 1 および前記第 2 $NZP - CSI - RS$ 設定がさらに、各 $NZP - CSI - RS$ の電力比パラメータを含む実施の形態 1 から 11 のいずれかに記載の方法。

実施の形態 12。データを無線デバイスに送信する複数の送信アンテナポートを備えるアクセスノードからなる無線ネットワークにおけるチャネル状態情報フィードバックの方法であって、該方法は以下を含む：

アクセスノードが、無線デバイスに、チャネル測定用の $NZP - CSI - RS$ リソース設定と、干渉測定用の $CSI - IM$ リソース設定と、コードブック設定と、をシグナリン

50

グすることと、

前記アクセスノードが、前記設定されたNZP CSI-RSリソースと、前記CSI-IMリソースと、前記コードブックと、に基づいてCSI測定およびフィードバックのためのマルチユーザ(MU)CSIフィードバック要求を前記無線デバイスにサブフレームまたはスロット内で送信することと、

前記アクセスノードから、前記設定されたNZP CSI-RSリソースを介してNZP CSI-RS信号を、前記CSI-IMリソース上でMU信号を、送信することと、

前記UEが、前記コードブックに従って、前記NZP CSI-RSリソース上で受信された信号と前記CSI-IMリソース上の干渉とに基づいてMU CSIを推定することと、

10

前記アクセスノードが、前記無線デバイスからMU CSIレポートを受信することと、
前記アクセスノードから、前記報告されたCSIを伴うデータを前記UEに送信することと。

実施の形態13a。チャネル測定用の前記NZP CSI-RSリソース設定がさらに各NZP CSI-RSの電力比パラメータを含む実施の形態12に記載の方法。

実施の形態13b。前記推定することが、前記NZP CSI-RSリソース上でダウンリンクチャネルを測定することを含む実施の形態12に記載の方法。

実施の形態14。前記測定することがさらに、前記推定されたチャネルに対する前記プレコーディング行列および前記電力比を乗じることによって、プレコーディング行列および信号電力を測定することを含む実施の形態13aまたは13bに記載の方法。

20

実施の形態15。前記推定することが、前記CSI-IMリソース上で干渉電力を測定することをさらに含む実施の形態12に記載の方法。

実施の形態16。前記測定された信号電力を前記測定された干渉電力から減じることによって、干渉電力の新たな推定が生じる実施の形態14または15に記載の方法。

実施の形態17。前記CSI推定が、前記干渉電力の新たな推定および前記測定されたダウンリンクチャネルに基づく実施の形態12から16のいずれかに記載の方法。

実施の形態18。前記シグナリングが無線リソース制御シグナリングを介した準静的なものである実施の形態1に記載の方法。

実施の形態19。前記シグナリングがダウンリンク制御チャネルを介した動的なものである実施の形態1に記載の方法。

30

実施の形態20。前記送信がダウンリンク制御チャネルを介した動的なものである実施の形態1に記載の方法。

実施の形態21a。前記シグナリングおよび前記送信が、ダウンリンク制御チャネルを介した同じダウンリンク制御情報内にある実施の形態1に記載の方法。

実施の形態21b。チャネル測定用の前記NZP CSI-RSリソース設定が電力比パラメータを含む実施の形態1から21aのいずれかに記載の方法。

【0090】

当業者により理解されるように、ここで説明される概念は方法、データ処理システム、および/又はコンピュータプログラム製品として具体化されてもよい。したがって、ここに説明される概念は、全てハードウェアに具体化されたもの、全てソフトウェアに具体化されたもの、ソフトウェアとここで一般に回路又はモジュールと呼ばれる態様のハードウェアとを組み合わせる具体化されたものの形態をとることができる。さらに、本開示は、コンピュータによって実行可能な媒体に具体化されたコンピュータプログラムコードを有する有形のコンピュータ利用可能な記憶媒体上のコンピュータプログラム製品の形態をとることができる。ハードディスク、CD-ROM、電子記憶装置、光記憶装置、または磁気記憶装置を含む任意の適切な有形のコンピュータ可読媒体が利用できる。

40

【0091】

いくつかの実施形態は、フローチャート図および/又は方法、システム及びコンピュータプログラム製品のブロック図を参照して説明される。フローチャート図および/又はブロック図およびフローチャート図のブロックおよび/又はブロック図の組み合わせの各ブ

50

ロックはコンピュータプログラムインストラクションにより実施できることは理解されるだろう。これらのコンピュータプログラムインストラクションは、汎用コンピュータのプロセッサ、専用コンピュータ、または他の機械を製造するためのプログラマブルデータ処理装置に提供され、そのようなインストラクションは、コンピュータのプロセッサまたは他のプログラマブルデータ処理装置により実行され、フローチャートおよび/又はブロック図に指定される機能や動作を実施するための手段を作成する。

【0092】

これらのコンピュータプログラムインストラクションは、コンピュータ可読メモリに記憶されたインストラクションが、フローチャートおよび/又はブロック図のブロックに指定された機能・動作を実施する指示手段を含む製品を生成するように、特定の方法でコンピュータ又は他のプログラマブルデータ処理装置を機能させる、コンピュータ可読メモリ又は記憶媒体に記憶される。

10

【0093】

コンピュータプログラムインストラクションは、コンピュータ又は他のプログラマブルデータ処理装置にロードされて、コンピュータ又は他のプログラマブル装置で一連の動作ステップを実行させ、コンピュータ又は他のプログラマブルな装置で実行して、フローチャートおよび/又はブロック図のブロックに指定された機能/動作を実行するためのステップを提供するコンピュータ実行プロセスを生成する。ブロックに記された機能又は動作は動作図に記された順番から外れることがあることを理解されたい。例えば、連続して示される2つのブロックは、実際、実質的に同時に実行されてよく、又は関係する機能/動作に応じて逆順で実行されてもよい。図のいくつかは通信の主な方向を示すための通信経路上の矢印を含むが、通信は示された矢印と逆方向に生じてもよいことを理解されたい。

20

【0094】

ここに説明された概念の動作を実行するためのコンピュータプログラムコードは、Java（登録商標）又はC++などのオブジェクト指向プログラム言語で記述されてもよい。しかしながら、この開示の動作を実行するためのコンピュータプログラムコードはさらに、Cプログラム言語などの従来の手続き型プログラミング言語で記述されてもよい。プログラムコードは、ユーザのコンピュータ上で全て、ユーザのコンピュータ上で部分的に、スタンドアローンのソフトウェアパッケージとして、部分的にはユーザのコンピュータ上と部分的にはリモートコンピュータ上で、又は全てリモートコンピュータ上で実行されてもよい。後者のシナリオではリモートコンピュータはユーザのコンピュータと、ローカルエリアネットワーク（LAN）又は広域ネットワーク（WAN）又は外部コンピュータへ作成された接続（例えばインターネットサービスプロバイダを使うインターネットを通じて）を通じて接続される。

30

【0095】

上記の説明および図面に関連して、多くの異なる実施の形態がここに開示されている。これらの実施の形態の全ての組み合わせおよびサブコンビネーションを文字通り説明および図示することは過度にくどくて難読であることは理解される。したがって、全ての実施の形態が任意の方法および/又は組み合わせで組み合わせることができ、図面を含むこの明細書は、ここに記載され実施の形態およびそれらを行いそして用いる方法とプロセスの全ての組み合わせおよびサブコンビネーションの完全な記述を構成すると解釈されるべきであり、そのような組み合わせまたはサブコンビネーションは請求項をサポートする。

40

当業者はここに記載の実施の形態は、上記に特に示され、説明されたものに限定されないことが理解されよう。さらに、上に言及されていない限り、添付の図面の全ては縮尺どおりではないことに留意されたい。以下の特許請求の範囲から逸脱することなく、上記の教示に照らして様々な変更および変形が可能である。

50

【図面】
【図 1】

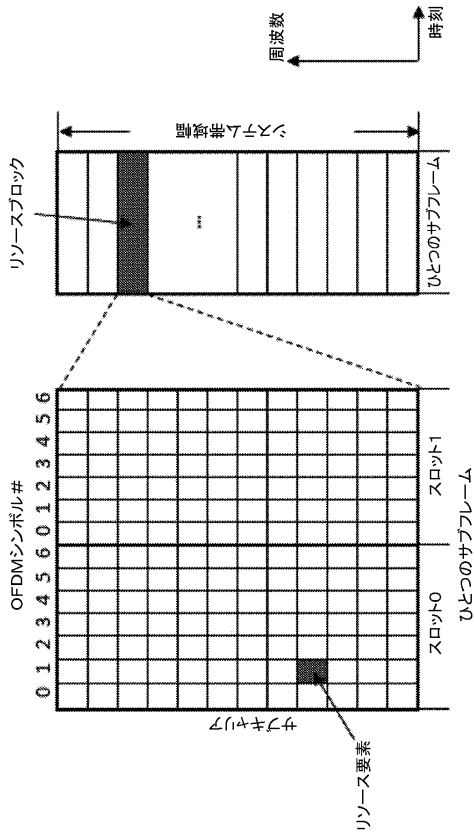


FIG. 1

【図 2】

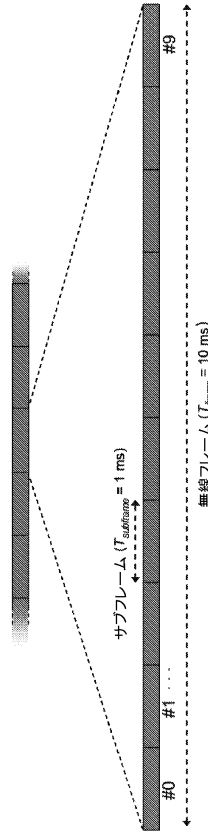


FIG. 2

【図 3】

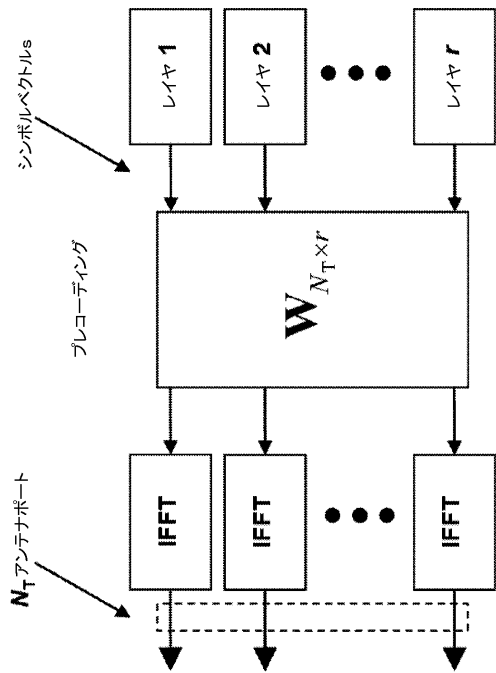


FIG. 3

【図 4】

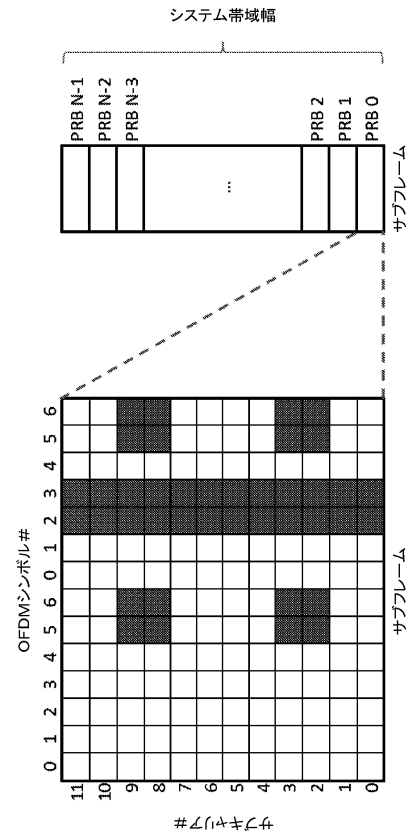


FIG. 4

【図 5】

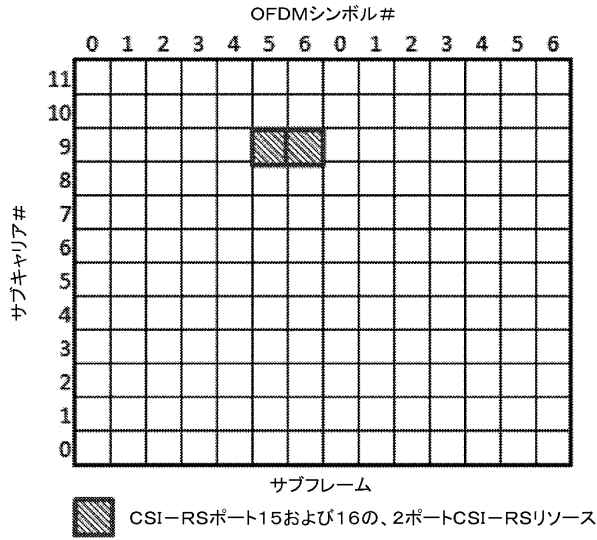


FIG. 5

【図 6】

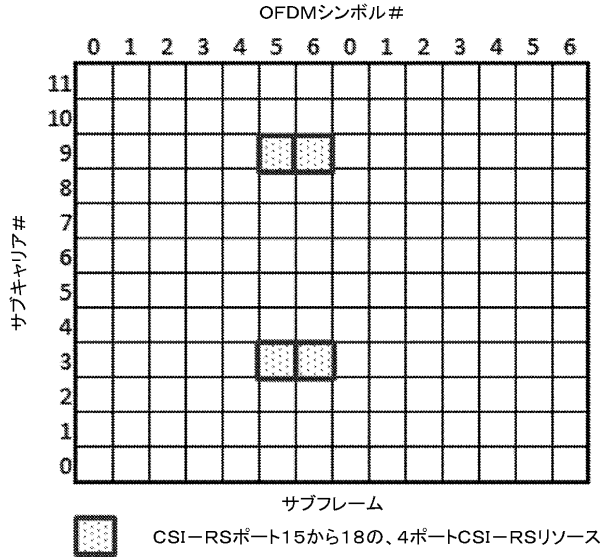


FIG. 6

【図 7】

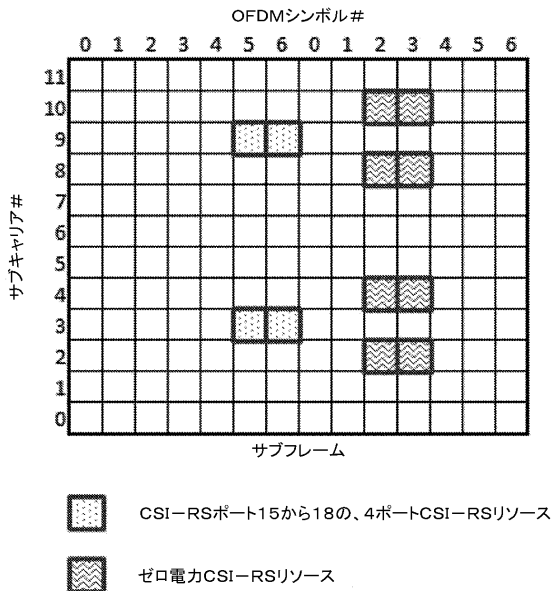


FIG. 7

【図 8】

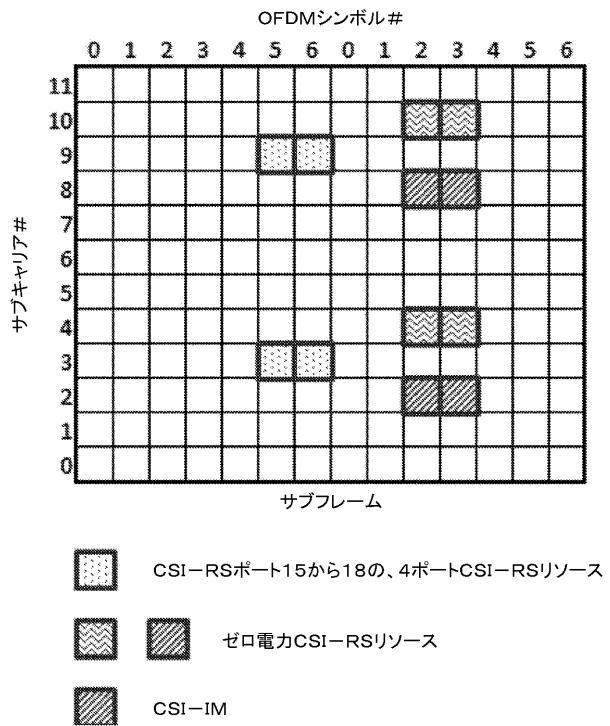


FIG. 8

10

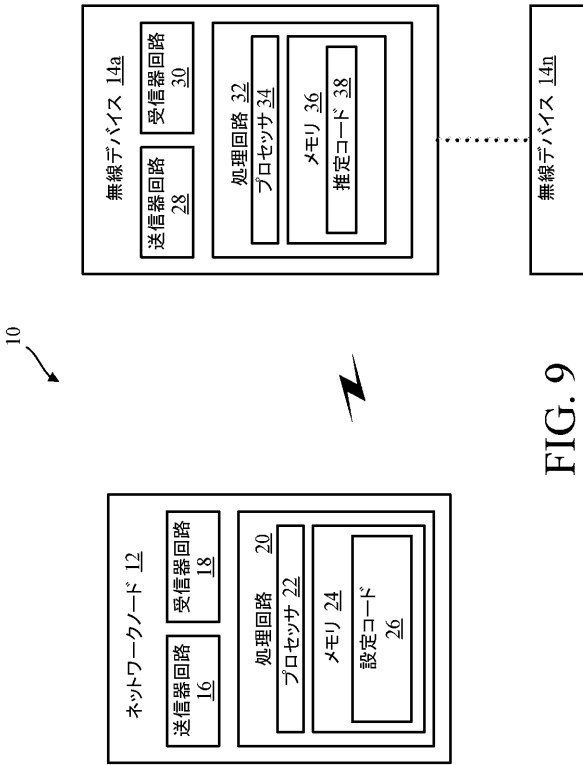
20

30

40

50

【図 9】



【図 10】

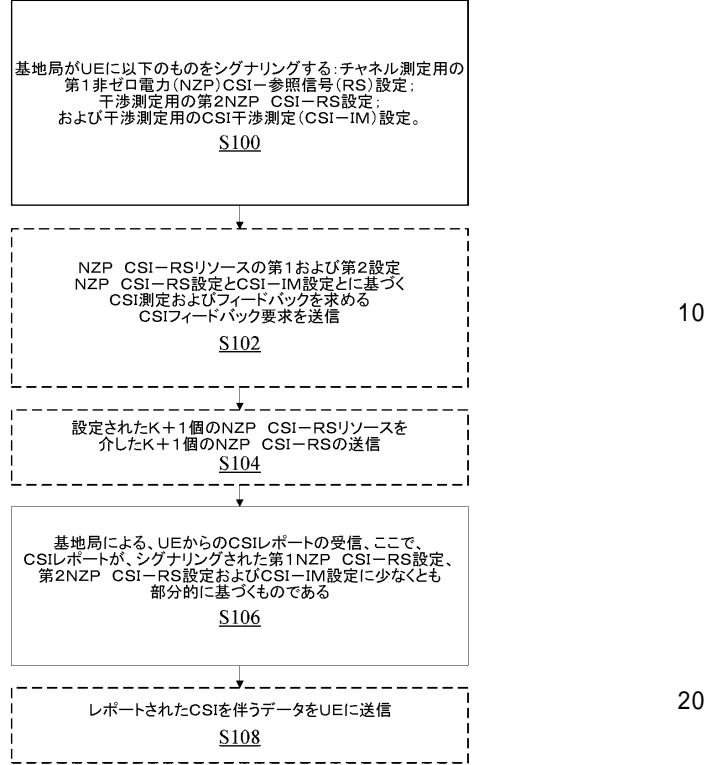


FIG. 9

FIG. 10

【図 11】

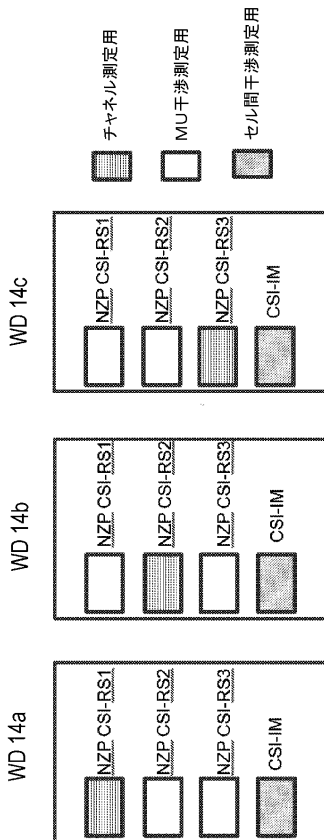


FIG. 11

【図 12】

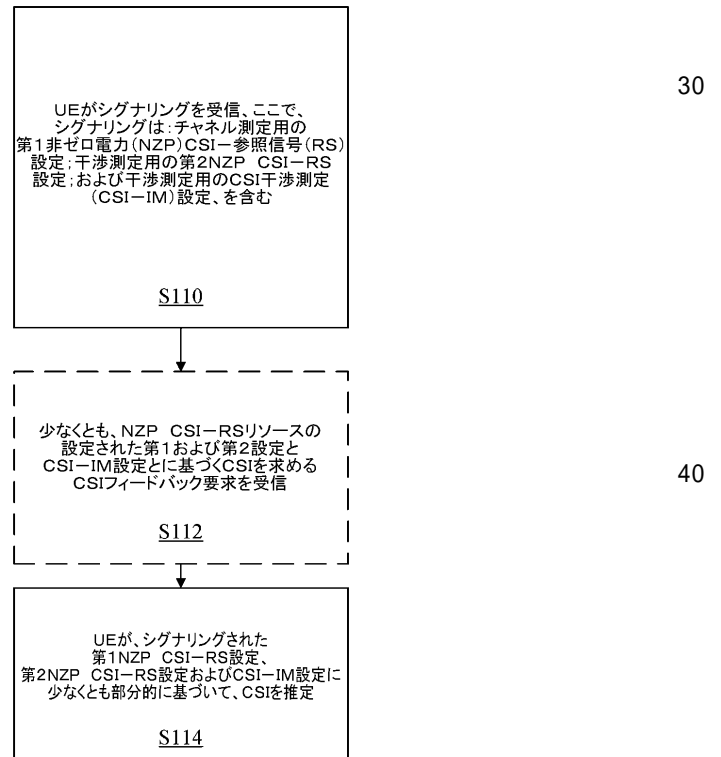


FIG. 12

10

20

30

40

50

【 図 1 3 】

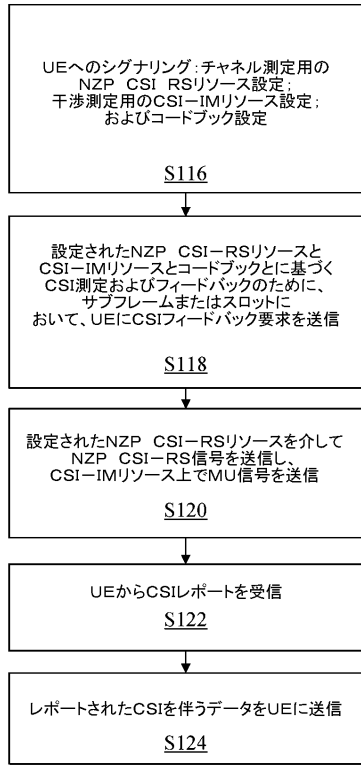


FIG. 13

【 図 1 4 】

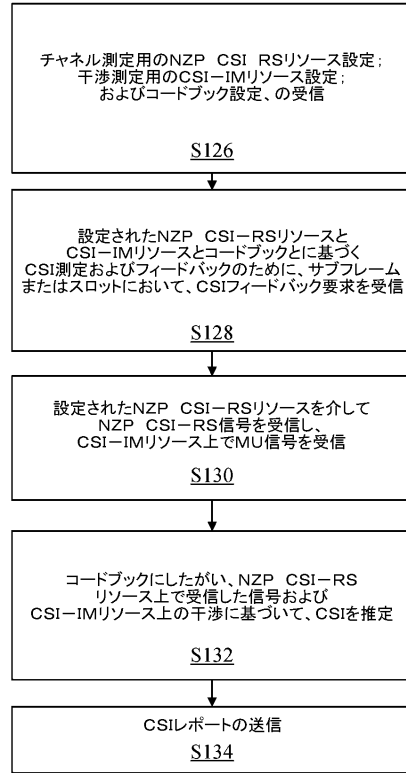


FIG. 14

【 図 1 5 】

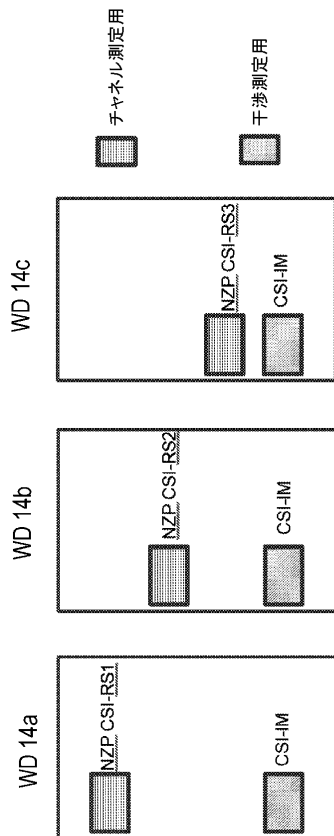


FIG. 15

【 図 1 6 】

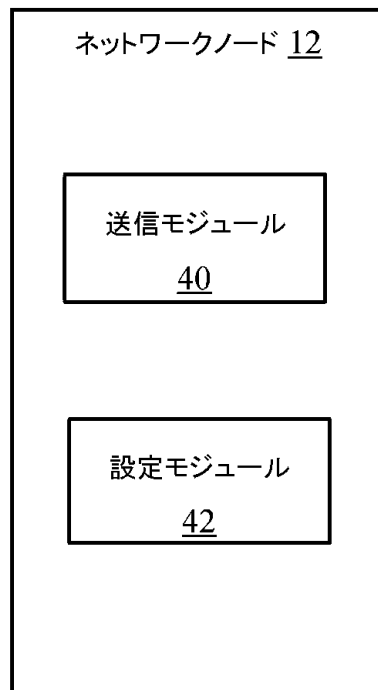


FIG. 16

10

20

30

40

50

【図 17】

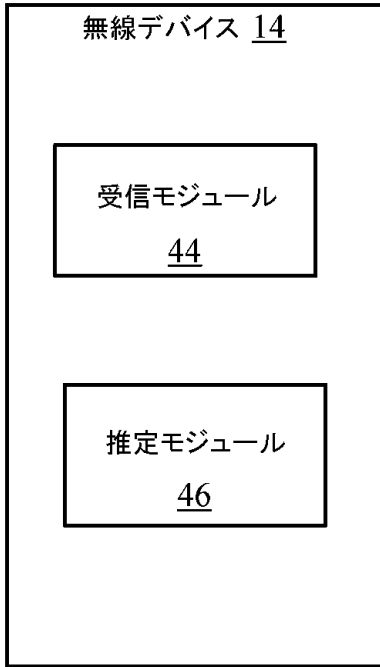


FIG. 17

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 W 24/10 (2009.01) H 0 4 W 24/10
 H 0 4 W 72/20 (2023.01) H 0 4 W 72/20

(72)発明者

フレンネ, マティアス

スウェーデン国 ウプサラ エスイー - 7 5 4 4 3 , アルケオログヴェーゲン 2 0

(72)発明者

グラント, ステファン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 , プレザントン, シルヴァナー ドライブ 8 4 8

(72)発明者

ハリソン, ロバート マーク

アメリカ合衆国 テキサス州 7 6 0 5 1 , グレープバイン, ウォーカー プレイス 3 2 0 8

(72)発明者

ムルガナサン, シヴァ

カナダ国 オンタリオ ケー2エス0アール3 , スティッツヴィル, デナリ ウェイ 2 7 5

合議体

審判長 土居 仁士

審判官 寺谷 大亮

審判官 衣鳩 文彦

(56)参考文献

特表2016-534615(JP,A)

特開2014-171051(JP,A)

国際公開第2017/020749(WO,A1)

国際公開第2017/050295(WO,A1)

特表2016-514429(JP,A)

特表2015-519804(JP,A)

CMCC, Enhancing interference measurement for MU transmission[online], 3GPP TSG-RAN WG1 #86b, R1-1609291, Internet<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_86b/Docs/R1-1609291.zip>, 2016年09月30日

佐野 洋介, 他4名, LTE-Advanced Release 13におけるマルチアンテナ送受信および受信機能改善技術, NTTドコモ・テクニカル・ジャーナル[online], Vol.24 No.2, 2016年7月31日, Internet<URL:https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol24_2/vol24_2_011jp.pdf>

Samsung, CSI acquisition for DL NR MIMO[online], 3GPP TSG RAN WG1 adhoc_NR_AH_1701 R1-1701194, Internet<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_AH/NR_AH_1701/Docs/R1-1701194.zip>, 2017年01月

CATT, On interference measurement enhancement for multi-user MIMO operation[online], 3GPP TSG-RAN WG1#85, R1-164223, Internet<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_345/Docs/R1-164223.zip>, 2016年05月14日

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04B 7/02- 7/12

H04B17/00-17/40

H04W 4/00-99/00